

Modelització i monitoratge del territori amb lidar



Antonio Ruiz

Àrea de Geoprocés

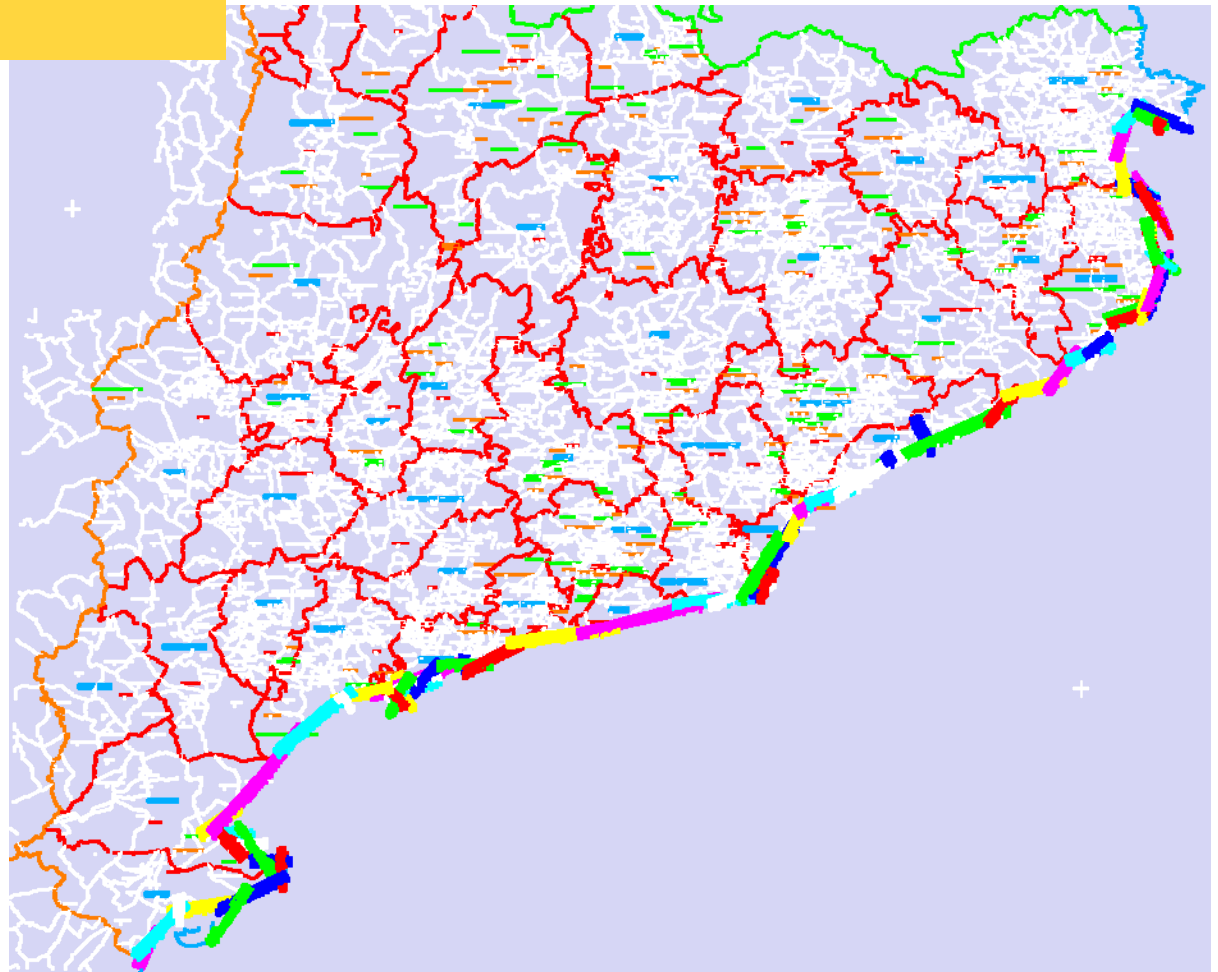


Sumari

- Monitoratge de la costa
 - Càlculs de volum en embassaments
 - Control d'abocadors
 - Acumulació de neu
 - Estudis de la vegetació
 - Models de ciutat
- } en producció
- } pre-operatives

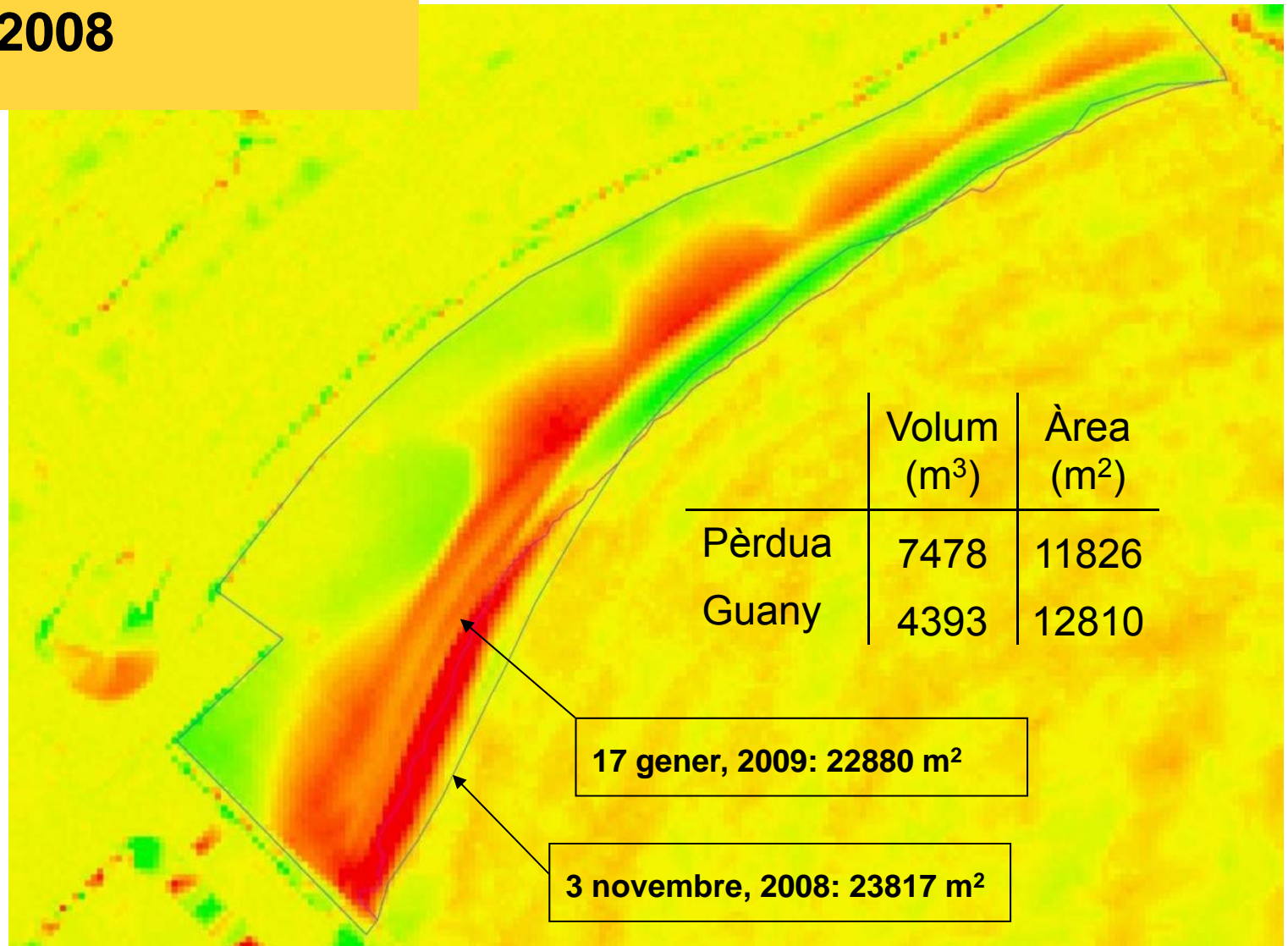
Monitoratge de la costa

- 60 passades, ~450 km
- 3 sessions de vol
- recobriment anual des de 2008
- vols extra després de temporals excepcionals



Temporal de Sant Esteve 2008

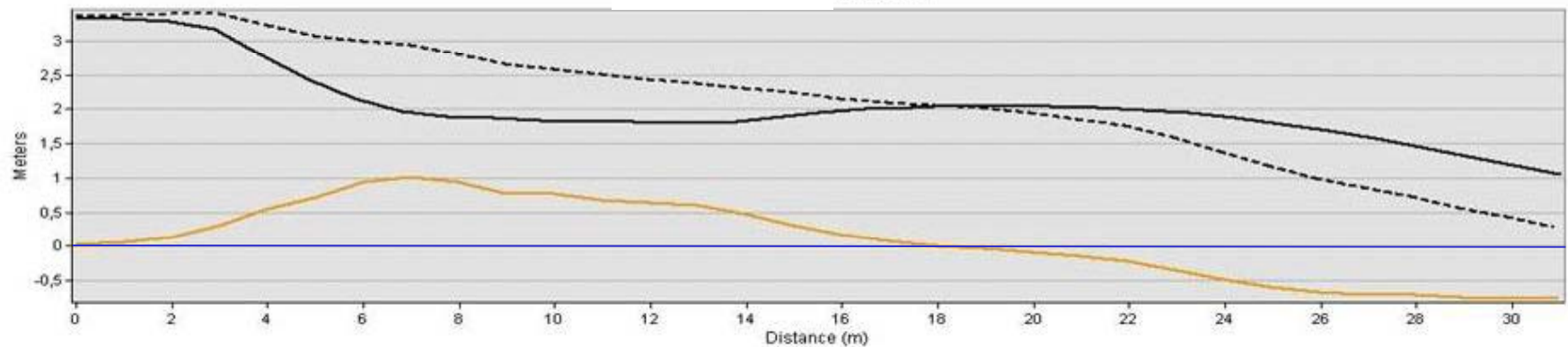
Platja de
Nova Icària



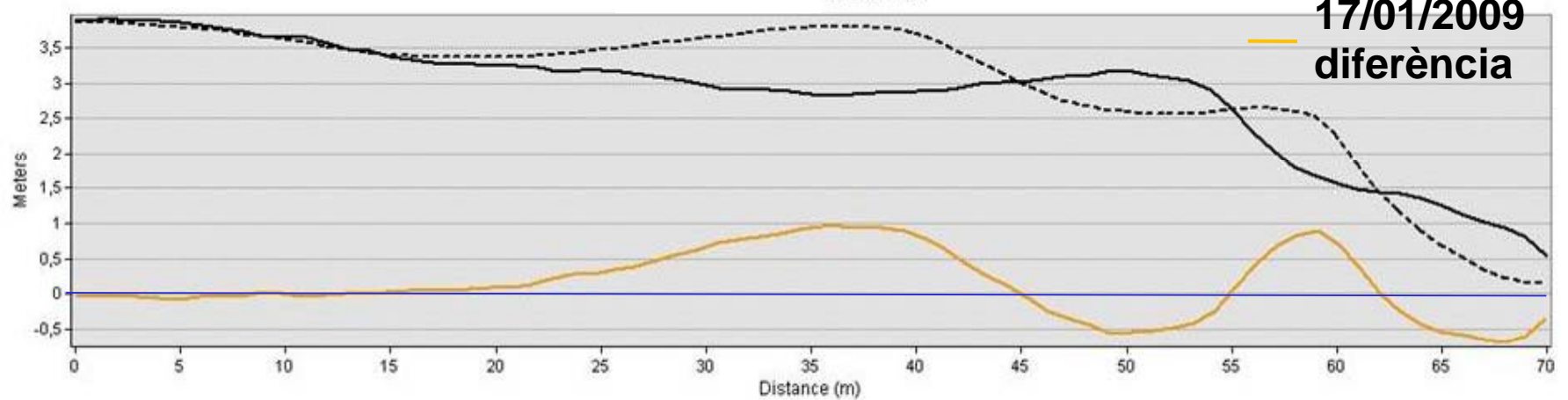
Perfils de platja

Tesina d'especialitat, Irene Sánchez, 2012

PERFIL 1



- PERFIL 2



Tordera

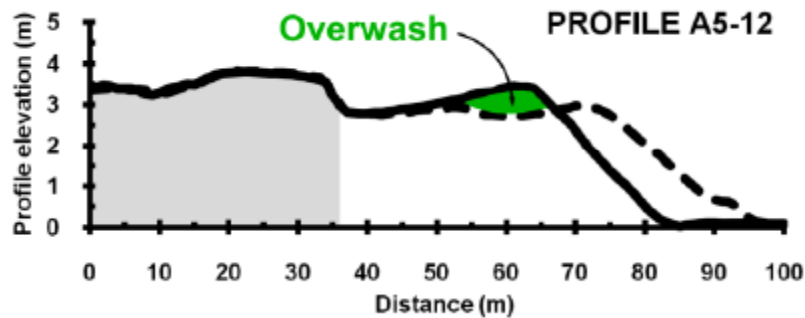
Tesina d'especialitat, Ana Plana, 2013



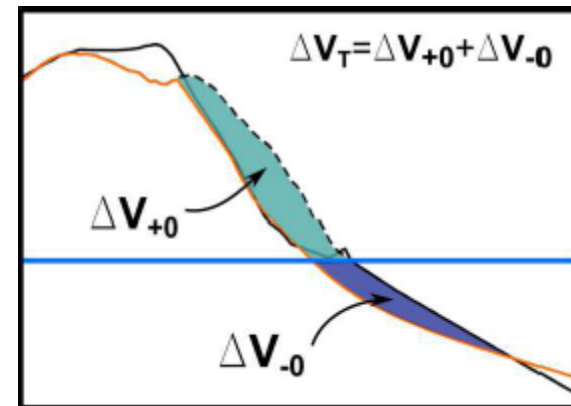
VOLUMETRIC SEDIMENT BALANCE		3912 m³
Gain		18248 m ³
Loss		-14336 m ³

Overwash i model SBEACH

Tesina d'especialitat, Ana Plana, 2013



Overwash a Malgrat

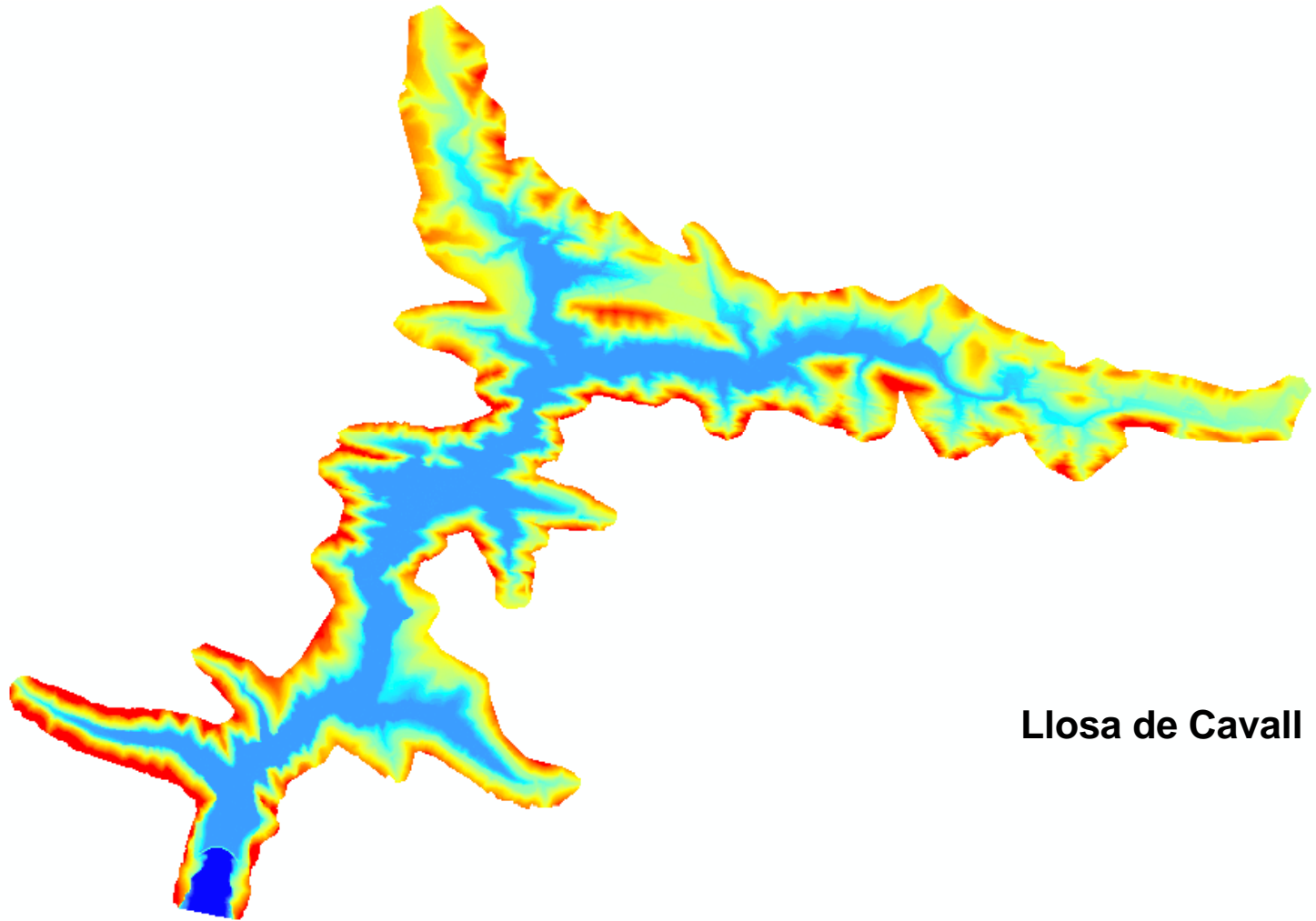


Model SBEACH

- Els efectes principals de la tempesta van tenir lloc a la part emergida (entre el 76-98% del volum a S'Abanell)

- El lidar topogràfic no proporciona informació de la part submergida de la platja
- Els resultats del model SBEACH indiquen que a S'Abanell els efectes principals van tenir lloc a la part emergida. Incidència perpendicular de les onades. Pèrdua de sediments al nord que va ser nodrit artificialment
- A Malgrat transport longitudinal de sediments per incidència oblíqua de les onades.
- Overwash en Malgrat
- Recuperació lenta (no completada a l'estiu de 2009)

Volums en embassaments

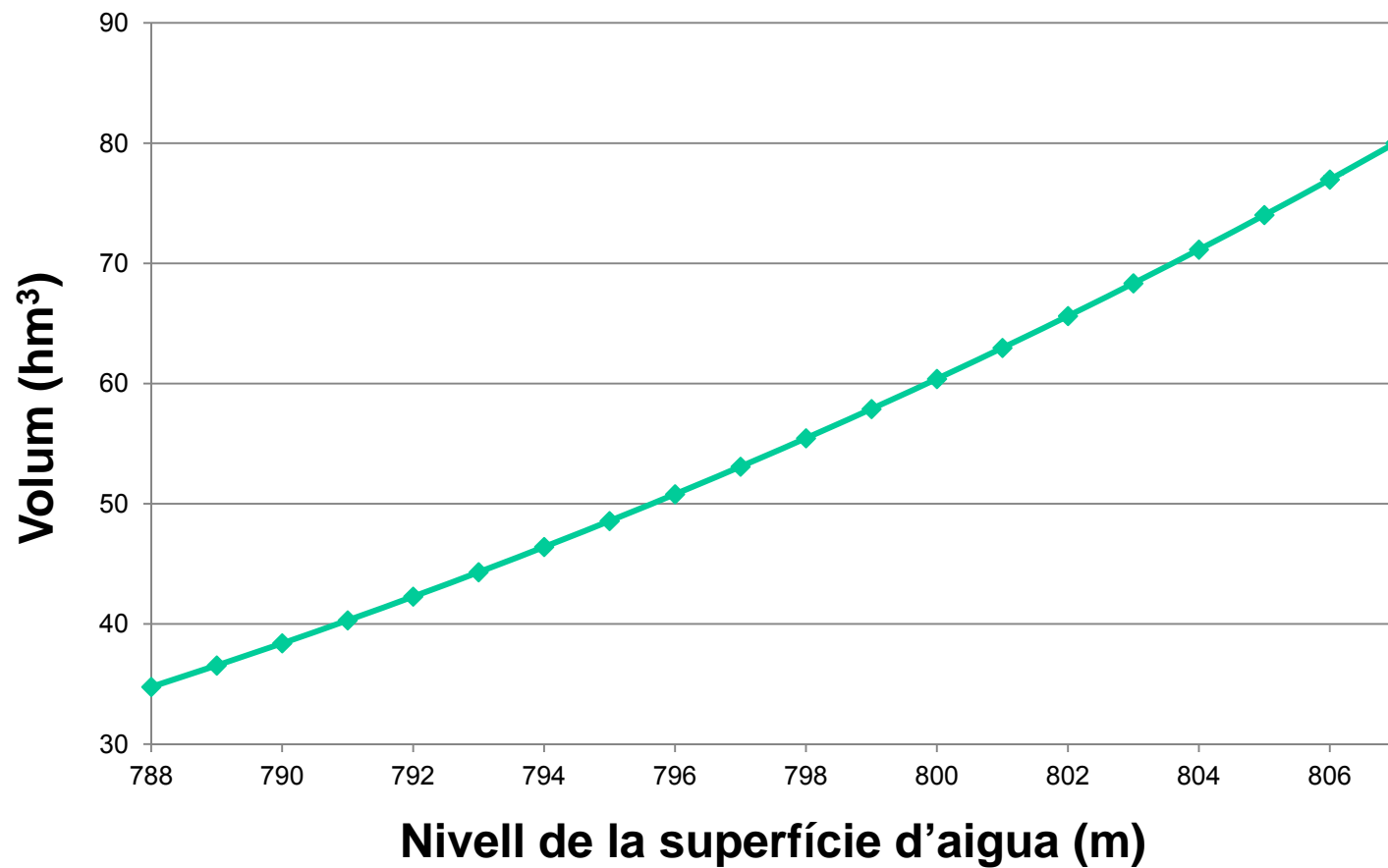


Llosa de Cavall

Volums en embassaments

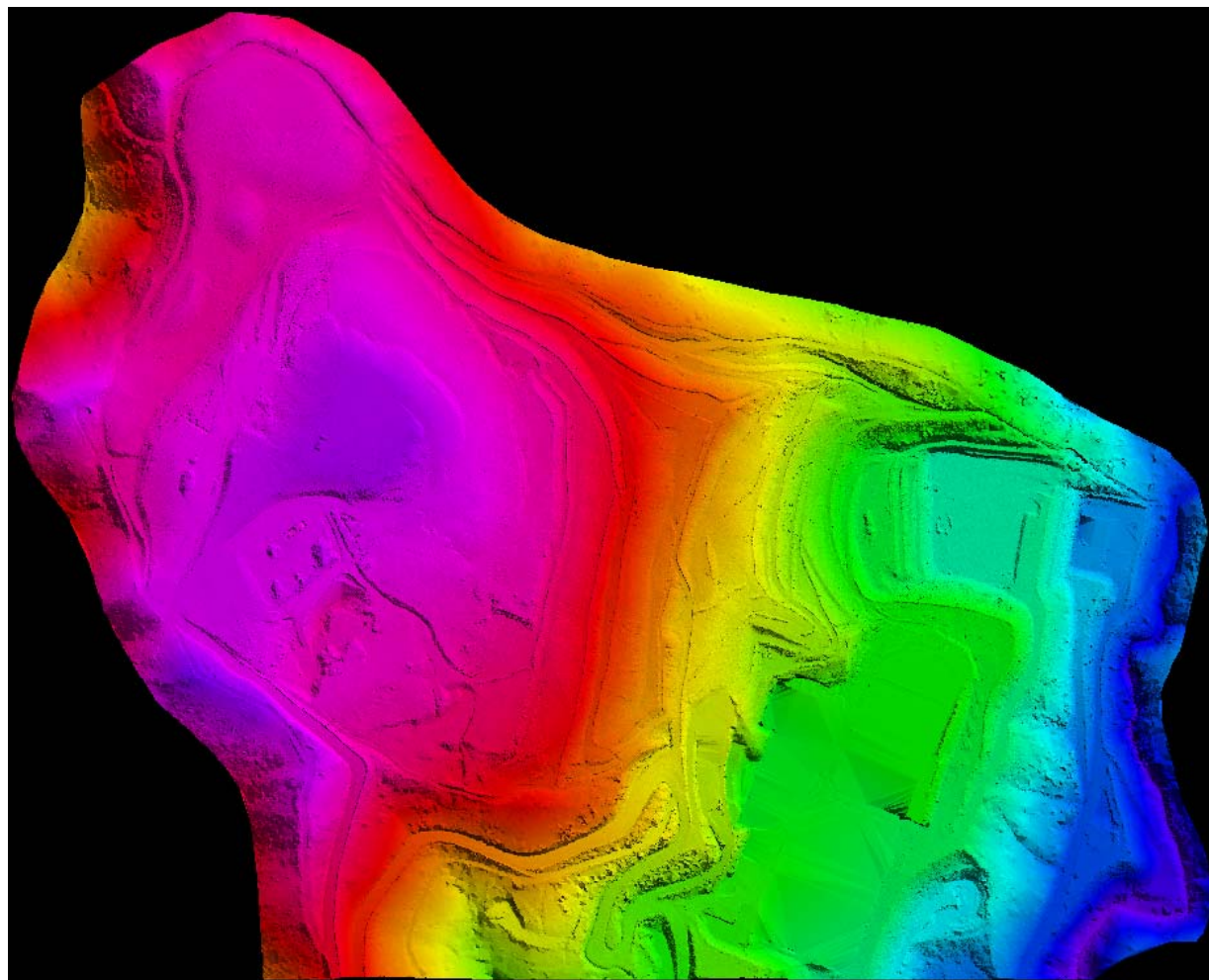
- S'ha de volar quan el nivell de l'embassament estigui molt baix
- Es calculen les corbes de nivell
- Es construeix el model de nivell màxim amb la corba del nivell màxim (o de depressió més alta)
- La capacitat és la diferència entre el model de nivell màxim i el model del terreny a dins de la corba de nivell màxim
- S'obté el volum com a funció de l'alçada de l'aigua

Volum en funció del nivell d'aigua



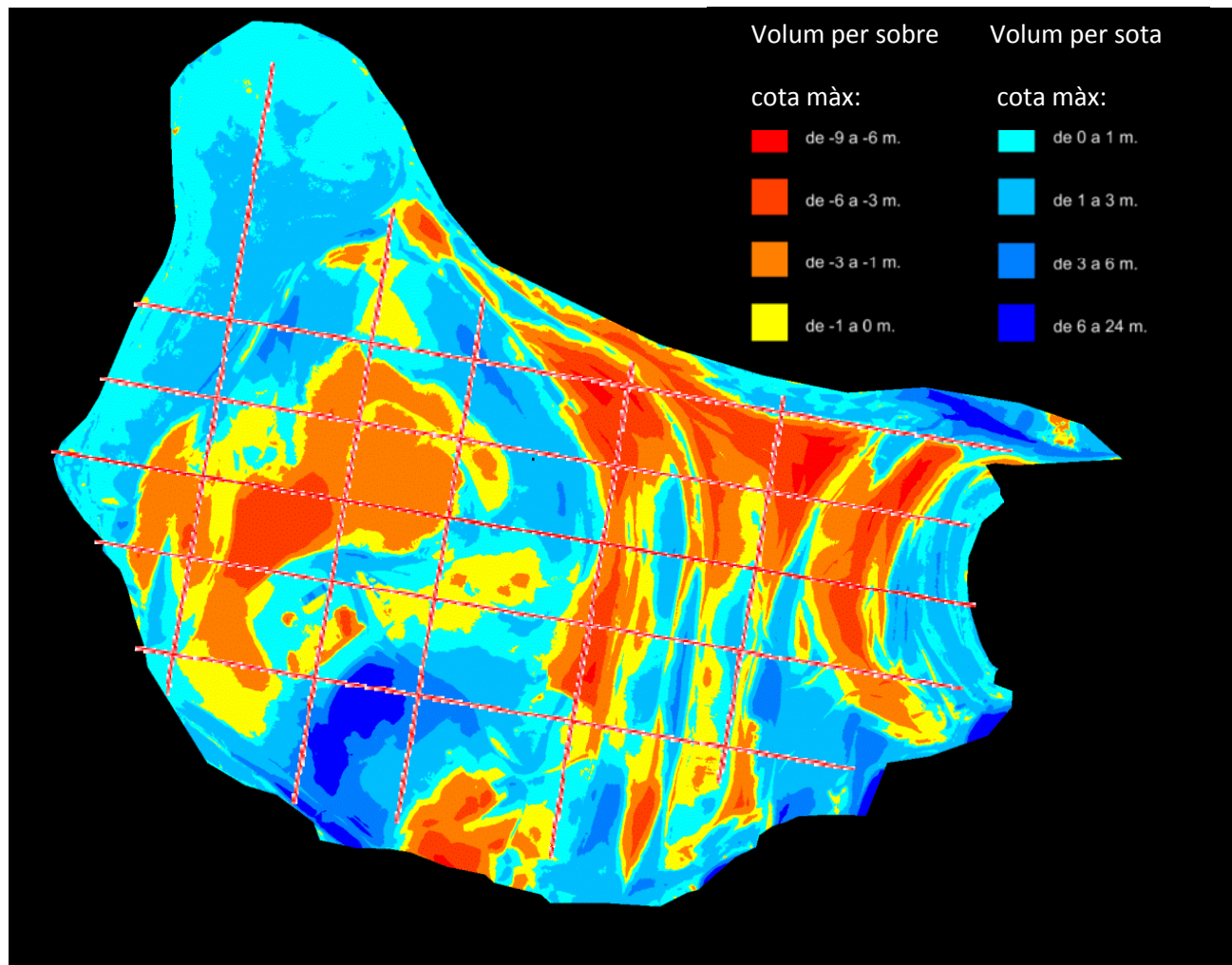
Control d'abocadors

Projecte pilot en col·laboració amb l'Agència de Residus de Catalunya



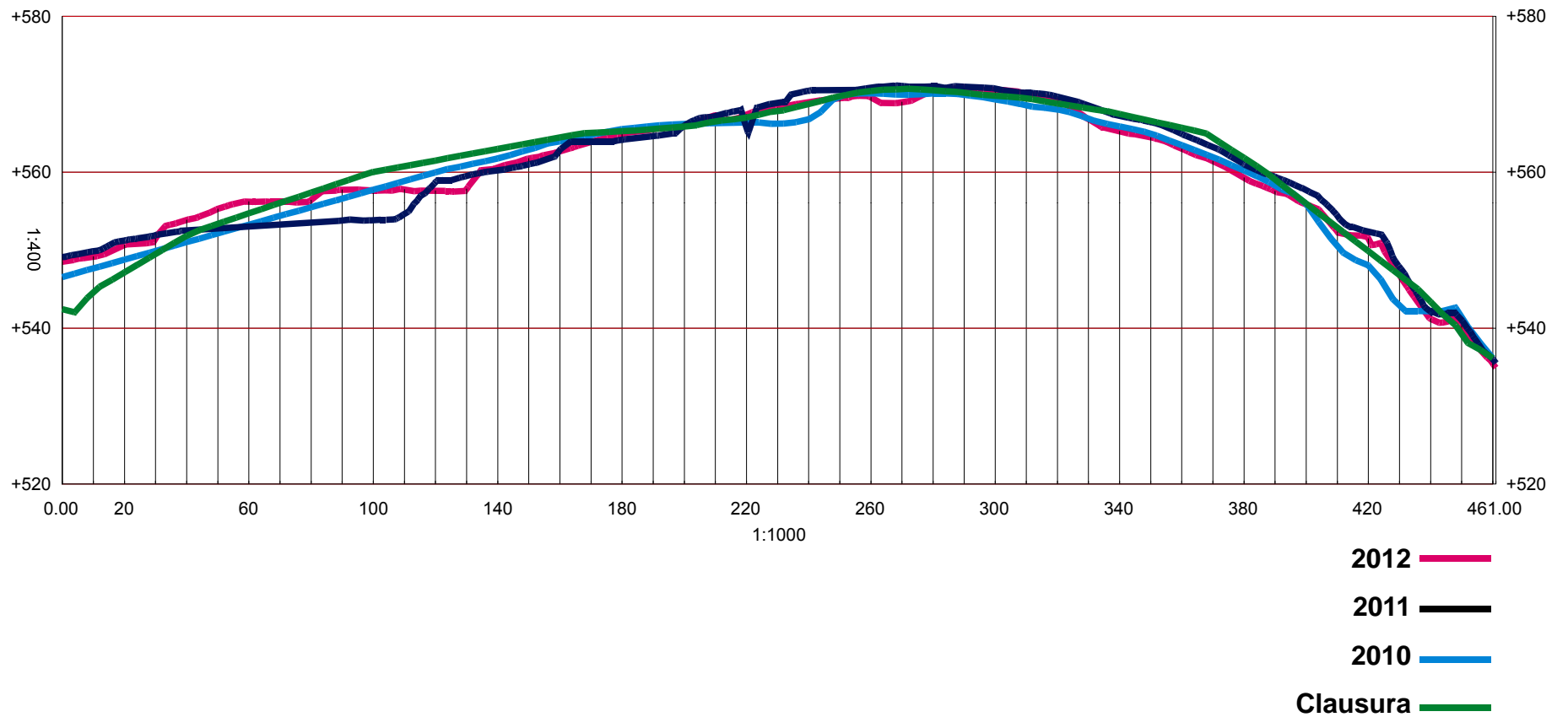
Control d'abocadors

Isòpaques = Clausura - DTM



Perfils

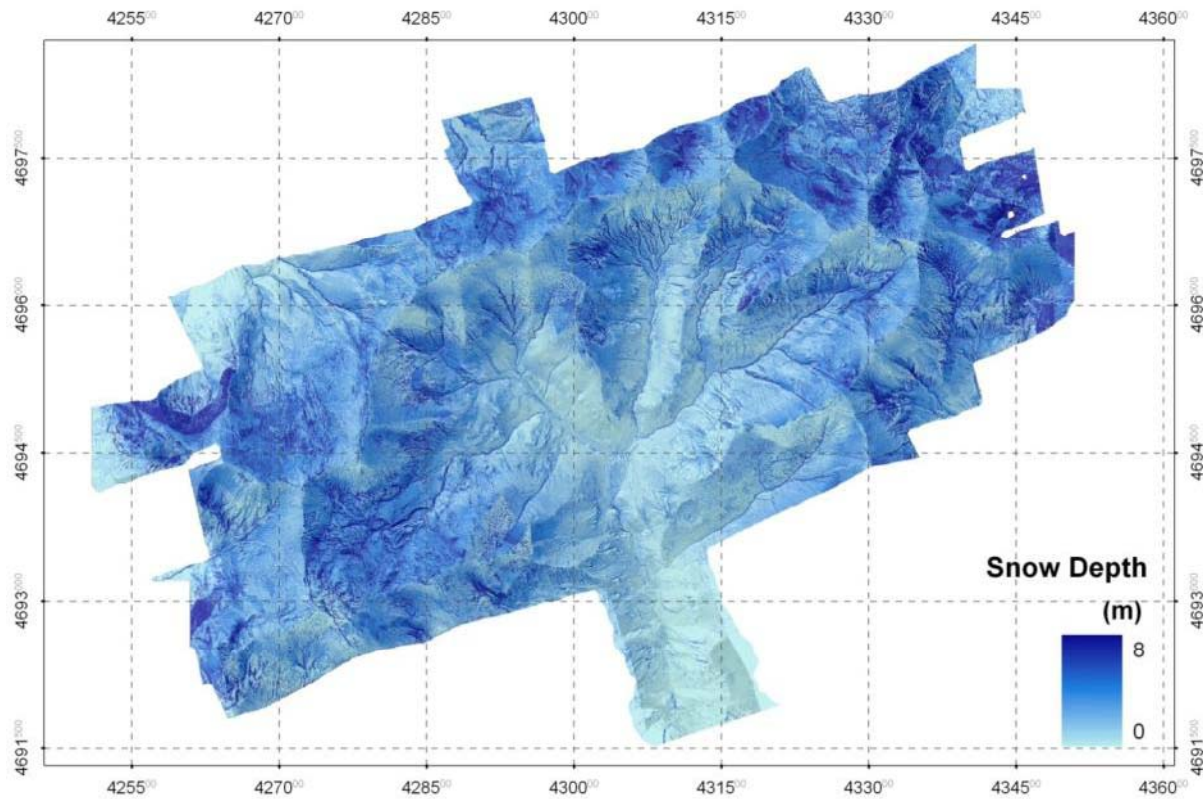
Perfil # 2



Aplicacions pre-operatives

- Acumulació de neu
- Estudis de la vegetació
- Models de ciutat

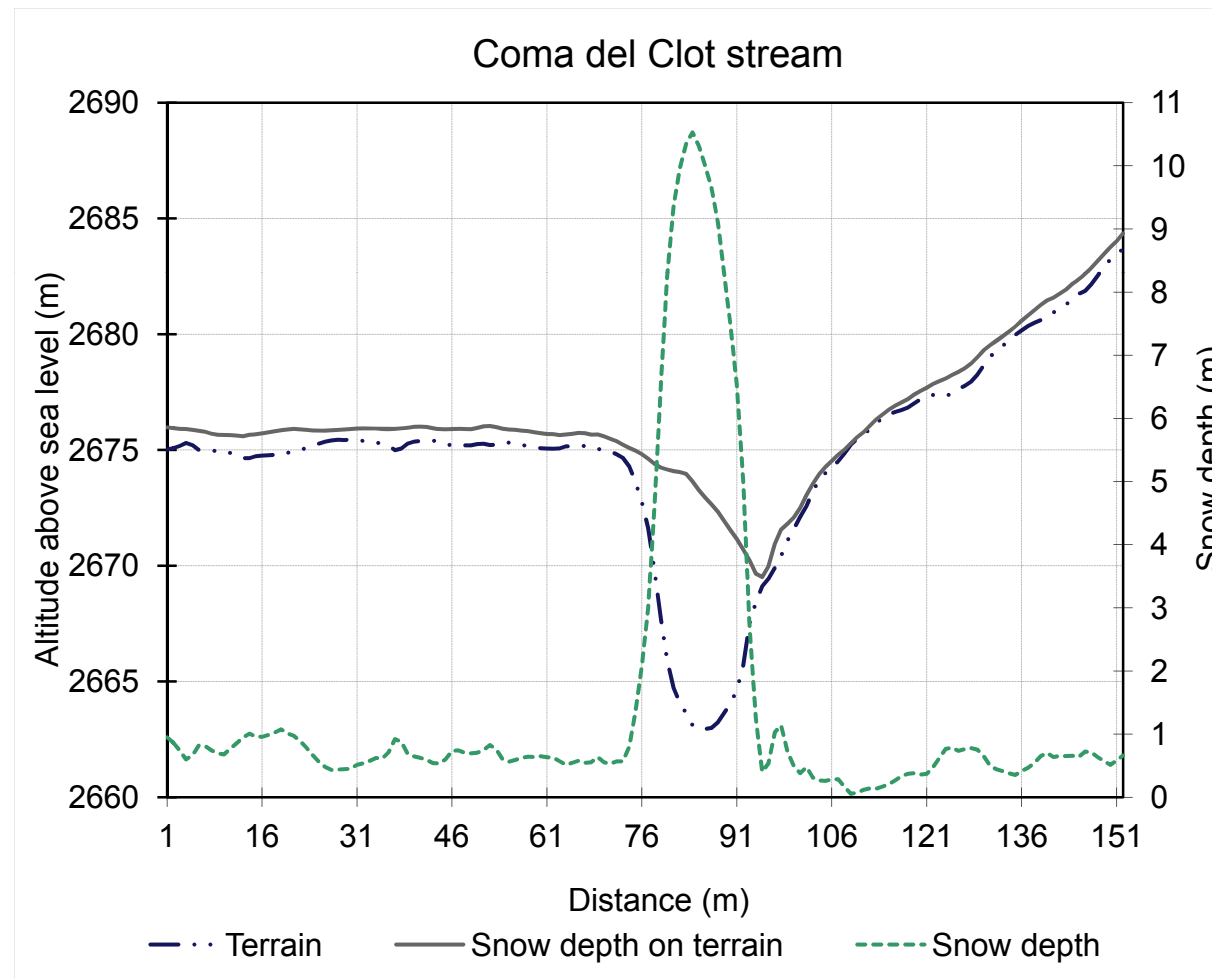
Recursos hídrics: Gruix de neu



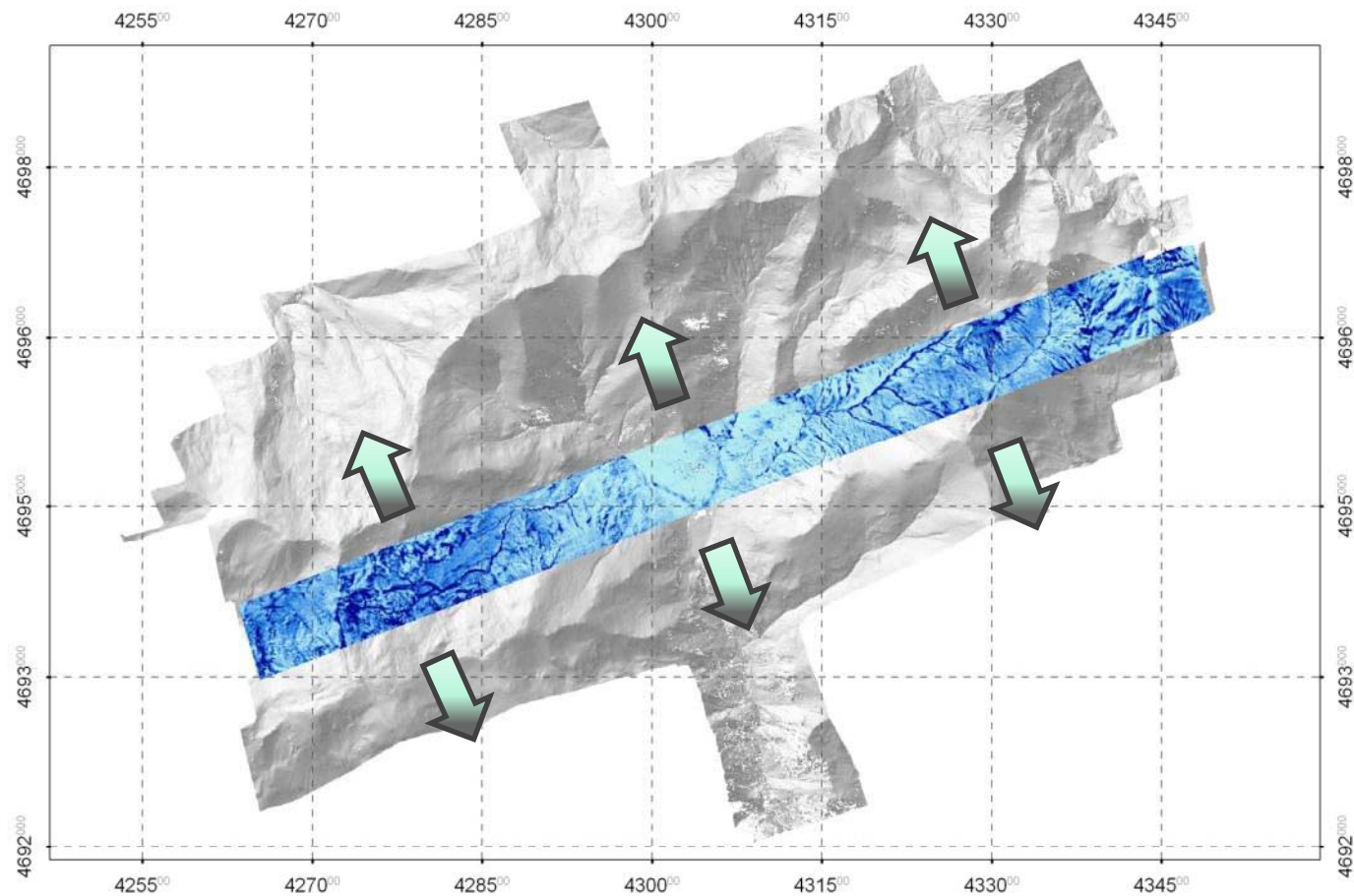
Col·laboració amb



Recursos hídrics: Estudi Vall de Núria



Recursos hídrics: Extrapolació del gruix

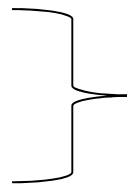


Recursos hídrics: Estudi Vall de Núria

- Model estadístic de gruix, densitat i volum d'aigua amb variables topogràfiques: altitud, orientació del pendent, curvatura, radiació solar i exposició al vent.
- S'extrapola per a tota la conca hidràulica.

Model estadístic: 28.9 hm³

Model lidar: 29.3 hm³



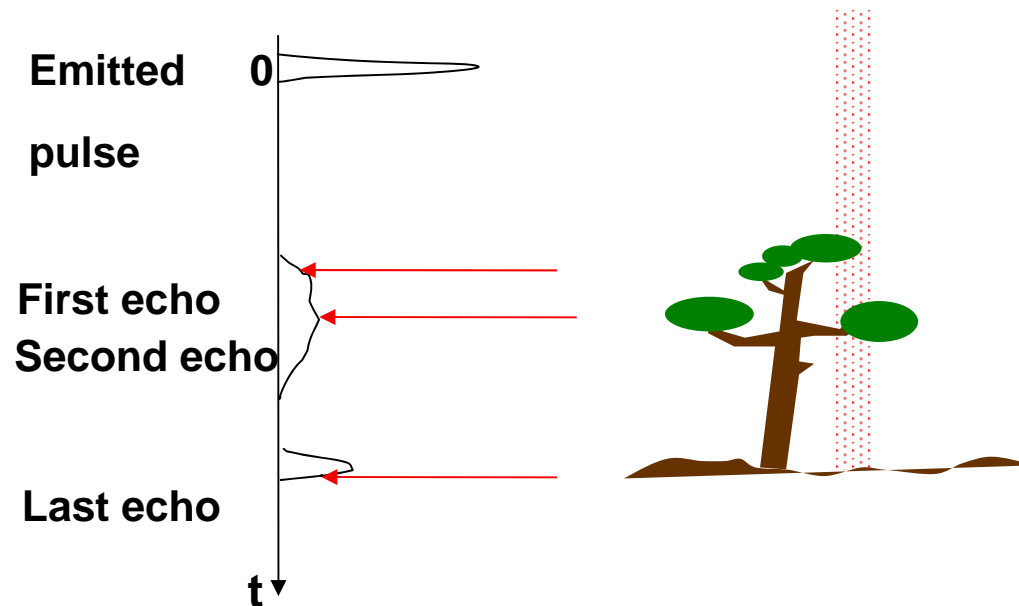
Discrepància: 1.4 %

Comparació de cabals circulants amb el model hidrològic

i nival amb les estacions d'aforament: ±5%

Estudis de la vegetació

- Els lidar de petjada petita penetren entre els forats de la vegetació
- Detecten també el terra si la vegetació no és massa densa
- Punts a diferents nivells → informació de l'estructura vertical



Estudis forestals: Diferents aproximacions

- Diferents nivells d'anàlisi per:
 - arbres
 - parcel·les
 - rodals
 - Cal agregar les dades per obtenir unes variables predictives
- Sovint es treballa en 2 fases:
 1. S'ajusten models de regressió per obtenir variables forestals a partir de variables derivades amb lidar
 2. Amb els models es calcula el valor de la variable per l'àrea d'interès: arbre, parcel·la o rodal

Diferents aproximacions

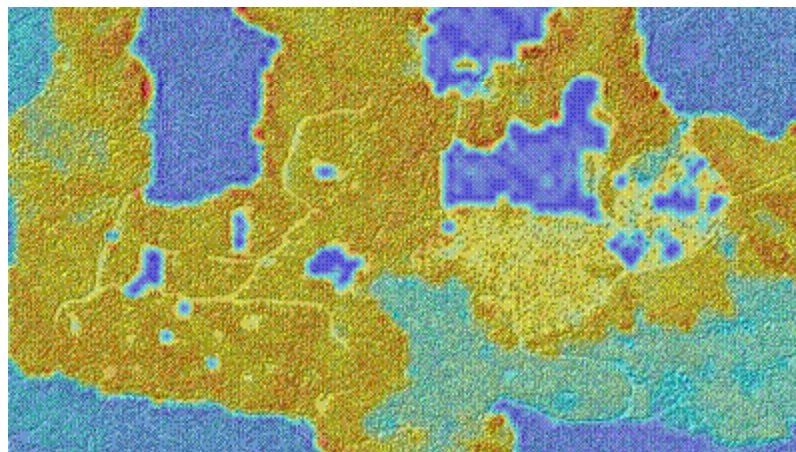
- Cal agregar les dades per derivar informació útil a partir dels punts lidar
- Dues aproximacions:
 - Mètodes basats en àrees:

obtenció de paràmetres en una malla regular (Andersen et al. 2005)
 - Detecció d'arbres individuals:

obtenció de paràmetres per arbre (Hyypä & Inkinen 1999, Næsset 2002)

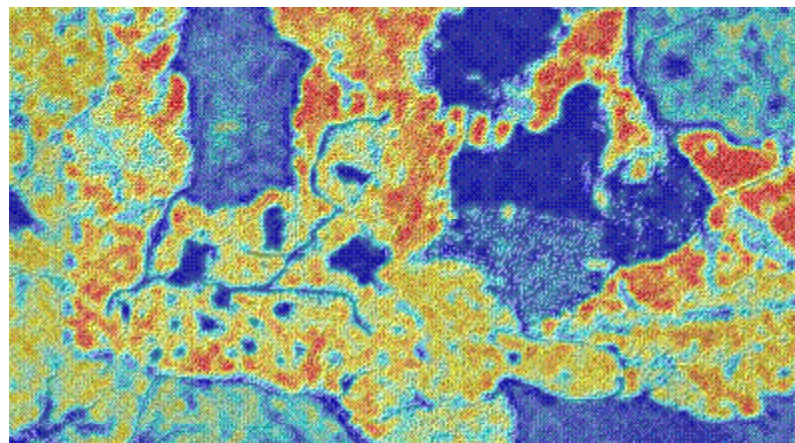
Estimacions de biomassa

Algorisme d'Andersen, McGaughey & Reutebuch, 2005



CHM

Densitat combustible
(kg/Ha)



Canopy Fuel Estimator (CFE) , USDA Forest Service

Models de regressió

- Podem ajustar models de regressió per obtenir **variables** d'interés com **la biomassa, el carboni fixat, el volum de fusta...**
- Als inventaris aquests models es fan a partir d'observacions de camp del diàmetre normal, alçada...
- Cal construir models nous per obtenir aquestes variables a partir de **parameters derivats del lidar**.

Diàmetre normal de *Pistacia* en una parcel·la de l'IRTA (Constantí)

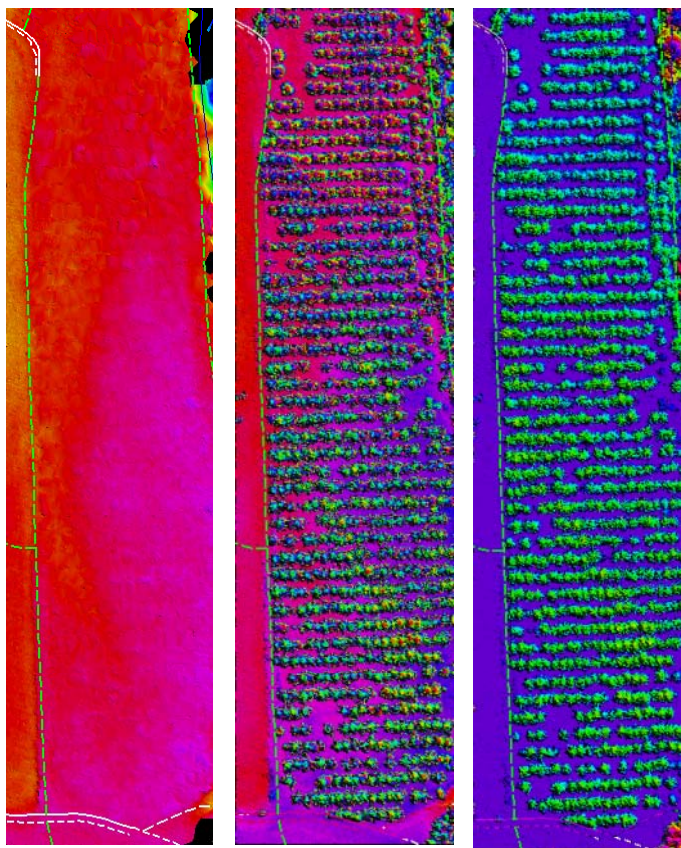
$$\text{DN}_{09} = 3.19625 + 0.12707 \text{ HTREE} + 1.67274 \text{ AREATREE} - 0.02095 \text{ P10} + \\ + 0.06593 \text{ P50} + 0.07557 \text{ MEDINT} - 0.18597 \text{ SIGMAINT}$$

DEM, DSM i CHM (canopy height model)

Treball fet amb



$$\text{CHM} = \text{DSM} - \text{DTM} = \text{nDSM}$$



DTM

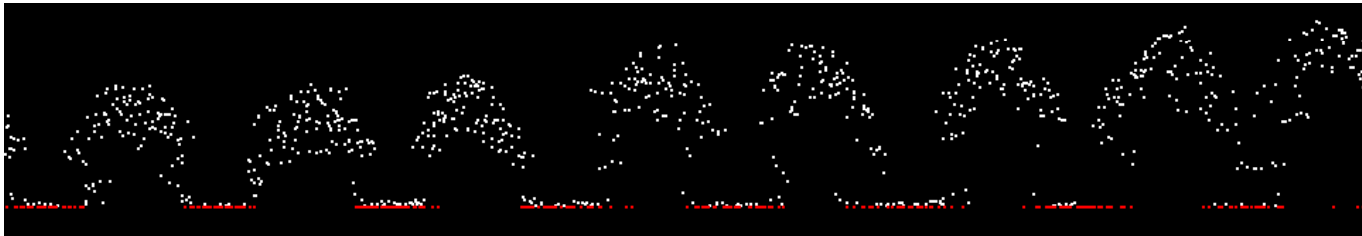
DSM

CHM

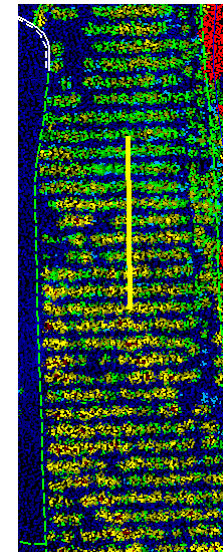
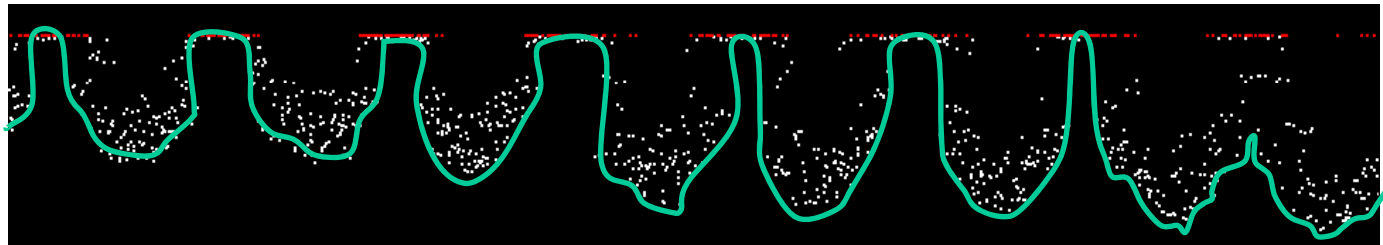


Plataneres a Vila-Roja, 1.94 punts/m²

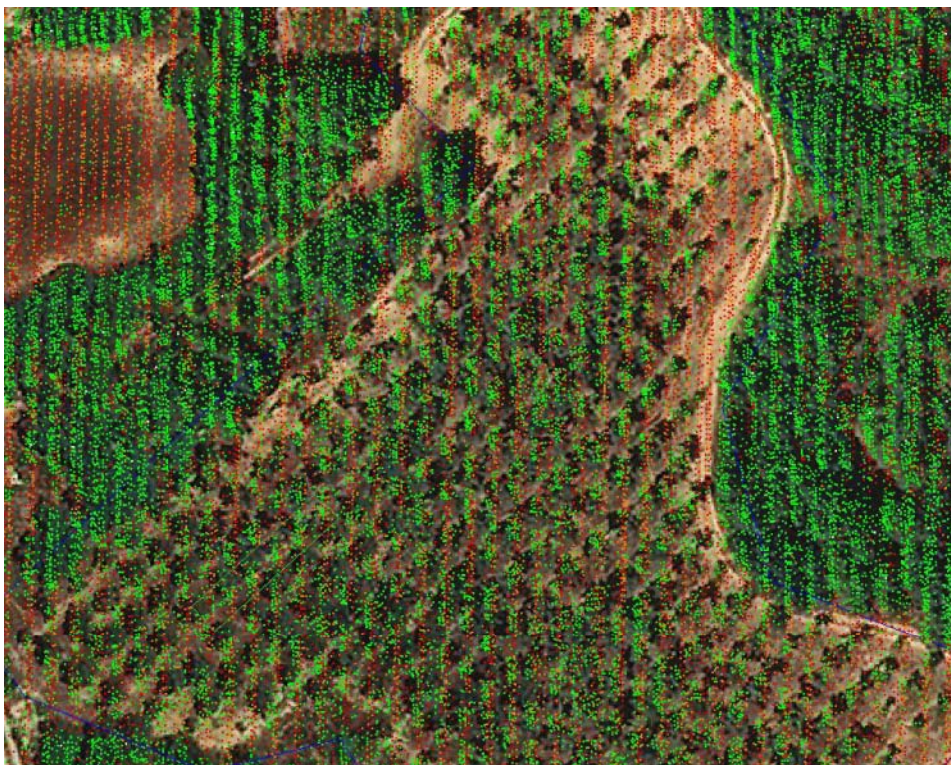
Identificació d'arbres



- Canviem el signe del CHM
- S'analitza el CHM com si fos una conca hidrogràfica amb el mètode del flux acumulat



Detecció d'arbres



Parcel·la de l'IRTA a Oliana

- Normalitzem els punts (restant el DTM)
- Amb el CHM detectem els arbres (màxims locals)

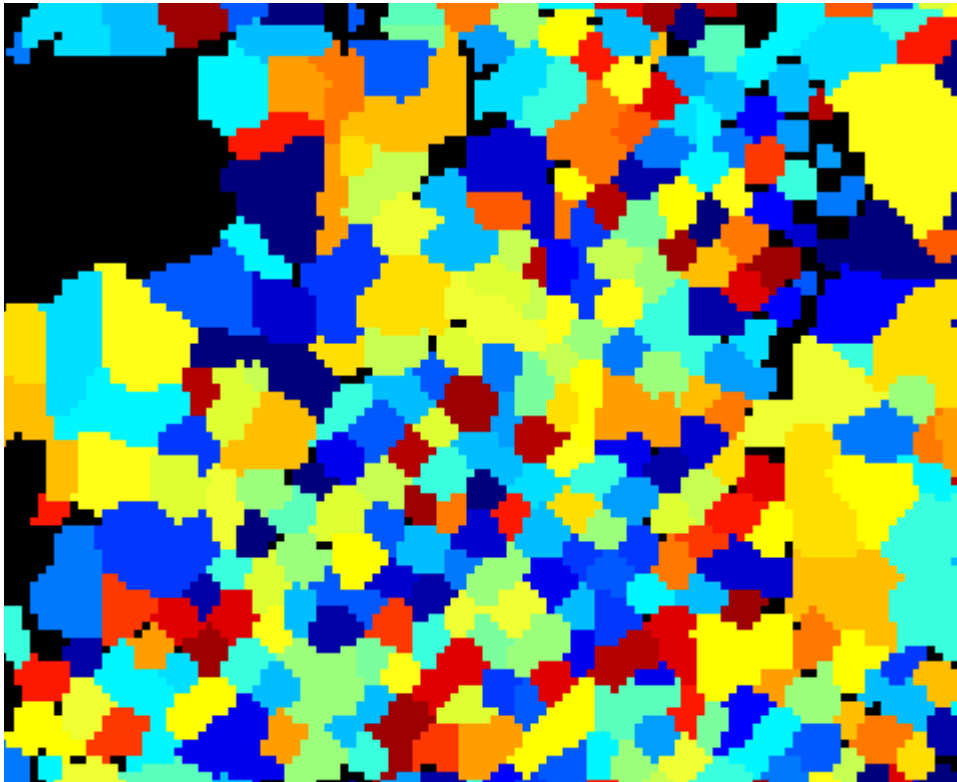
Nogueres híbrides

Juglans regia x *Juglans nigra*

3.33 points/m²

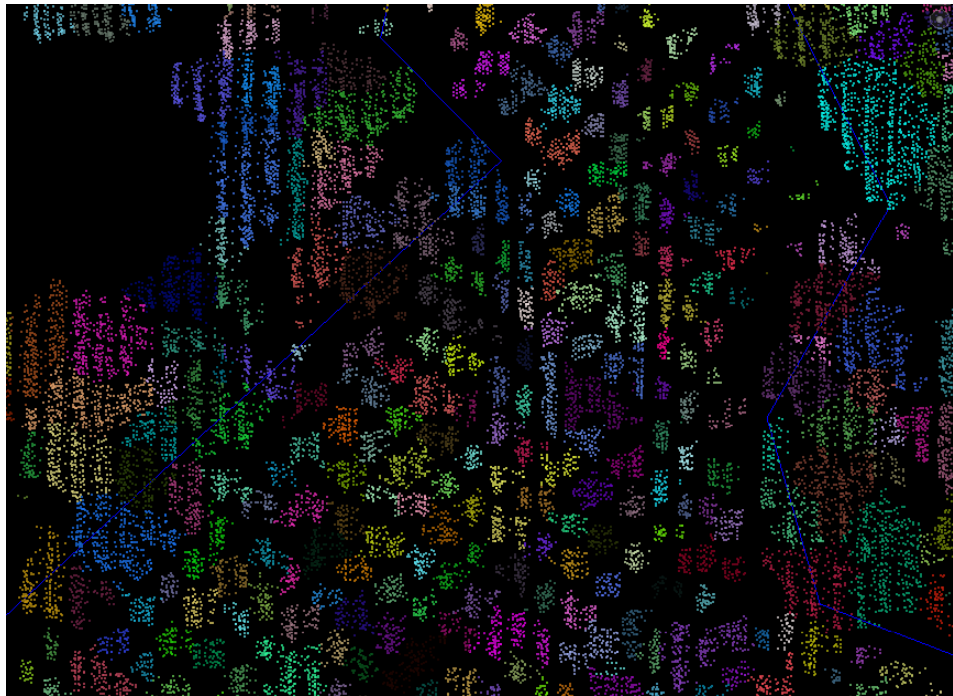
Marc de plantació 5x5 m

Detecció d'arbres



- Normalitzem els punts (restant el DTM)
- Amb el CHM detectem els arbres (màxims locals)
- i obtenim l'àrea de capçada

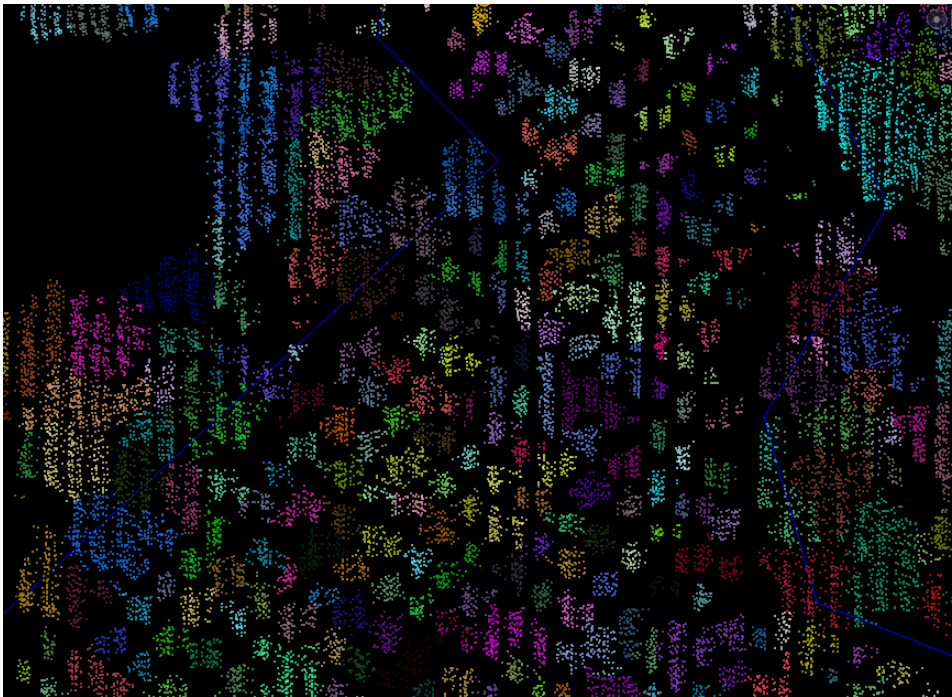
Segmentació dels punts



- Normalitzem els punts (restant el DTM)
- Amb el CHM detectem els arbres (màxims locals)
- i obtenim l'àrea de capçada
- Assignem identificador d'arbre als punts
- Ordenem punts per arbre
- Calculem paràmetres per arbre

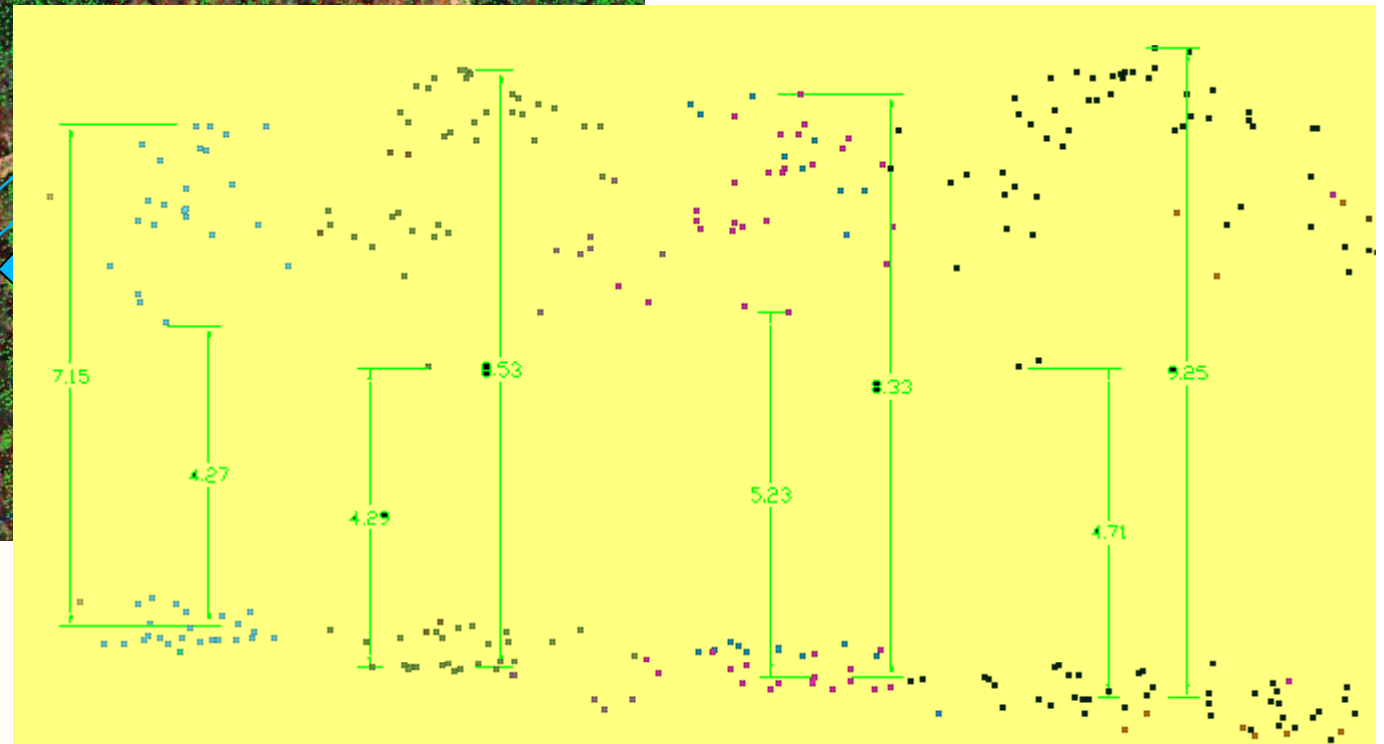
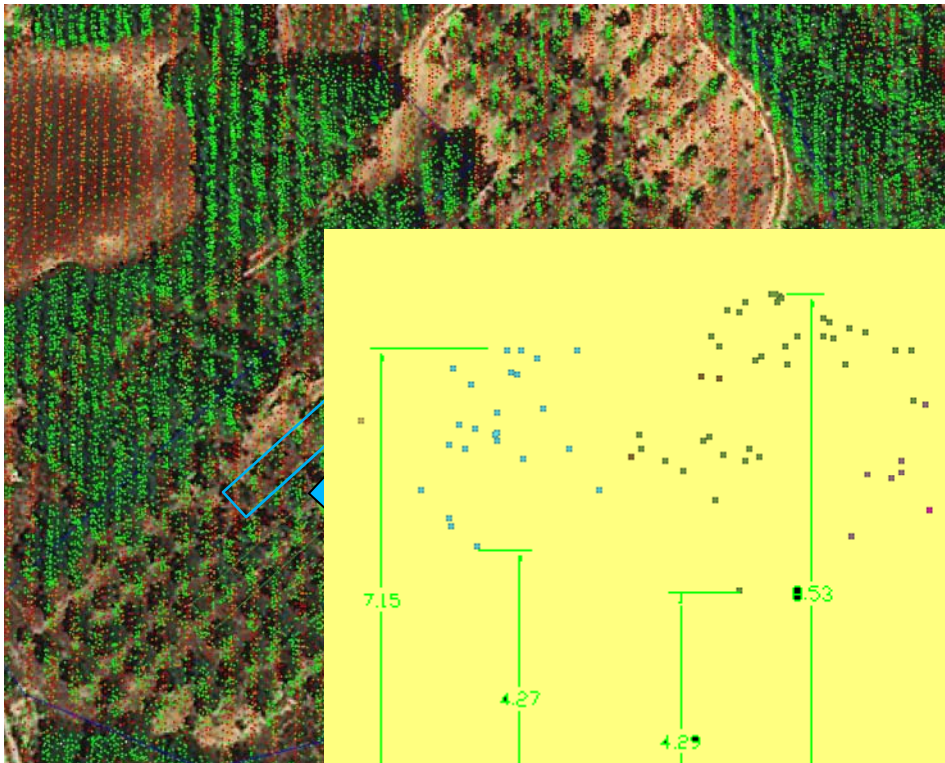
Paràmetres per arbre

- Estadístics amb:
 - Alçades normalitzades
 - Intensitats

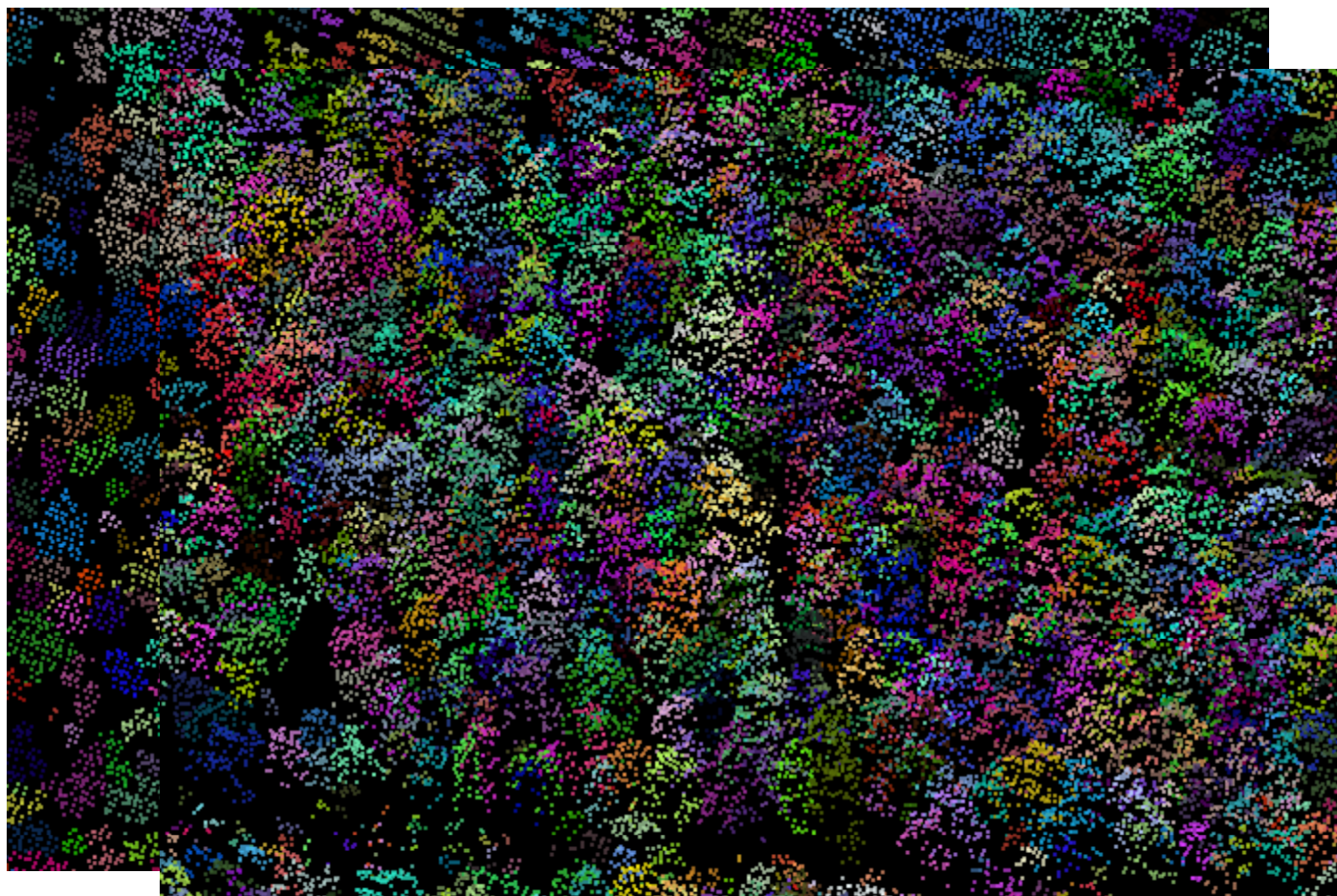


- Coordenades del màxim
- Alçada màxima
- Nombre de punts
 - de primer eco
 - total
- Alçada percentils: 5, 10, 15, 20, 25, 35, 50, 75, 90, 95
- Coeficient de penetració
- Mitjana, σ i coeficient de variació d'alçades
- Mitjana, σ i coeficient de variació d'intensitats

Alçades d'arbres

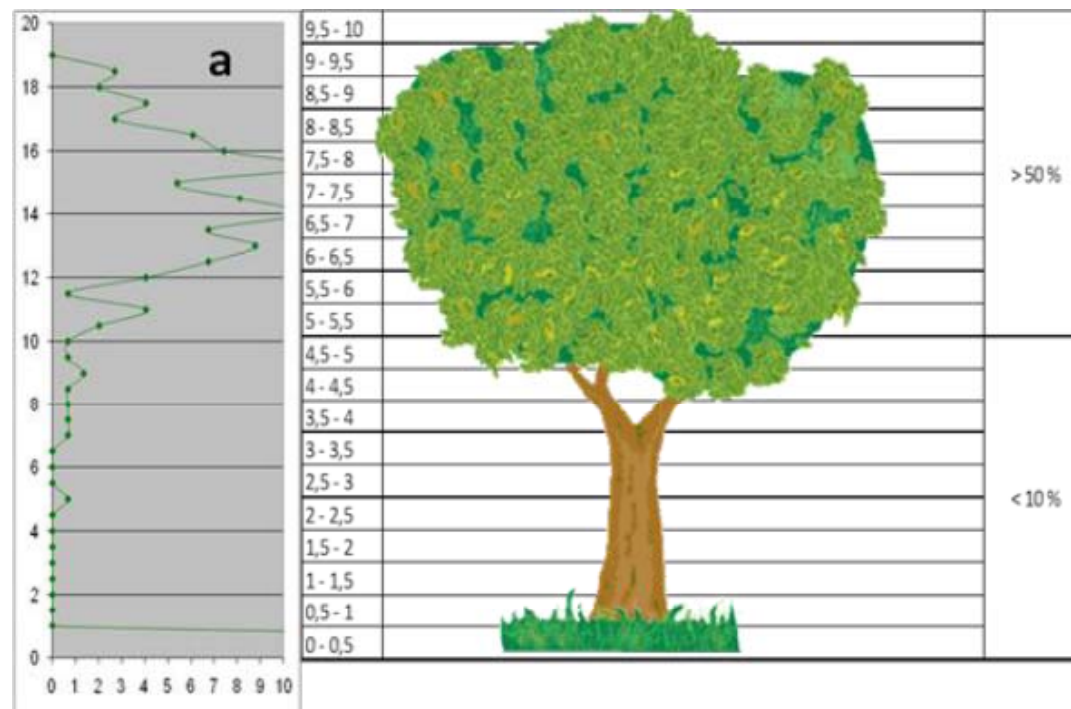


Segmentació dels punts



Estructura vertical de la vegetació

- Calculem un histograma amb # de punts per interval d'alçada
- Calculem percentils

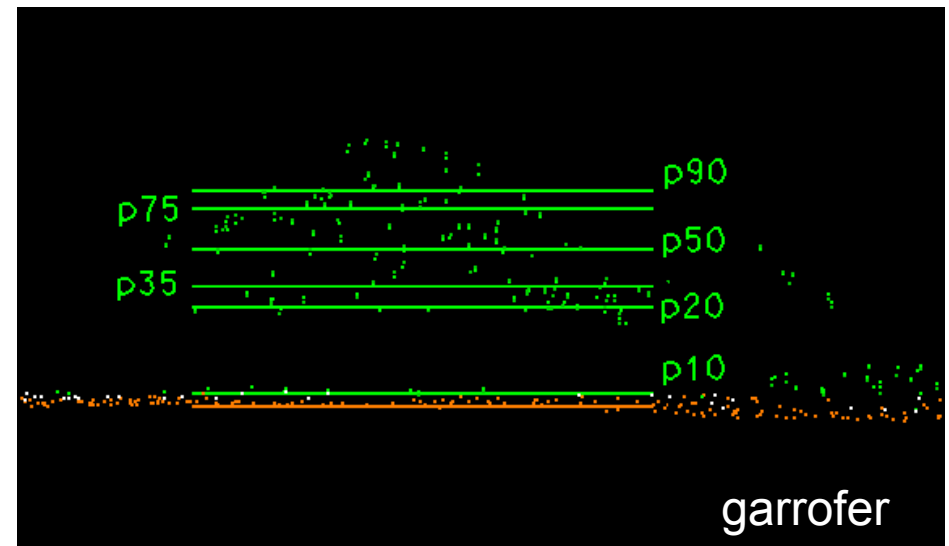


Manrique, 2012

Estudis forestals

Podem detectar arbres i mesurar:

- alçada
- diàmetre de capçada
- # punts en rangs d'alçada
- percentils en alçada
- intensitat de l'eco

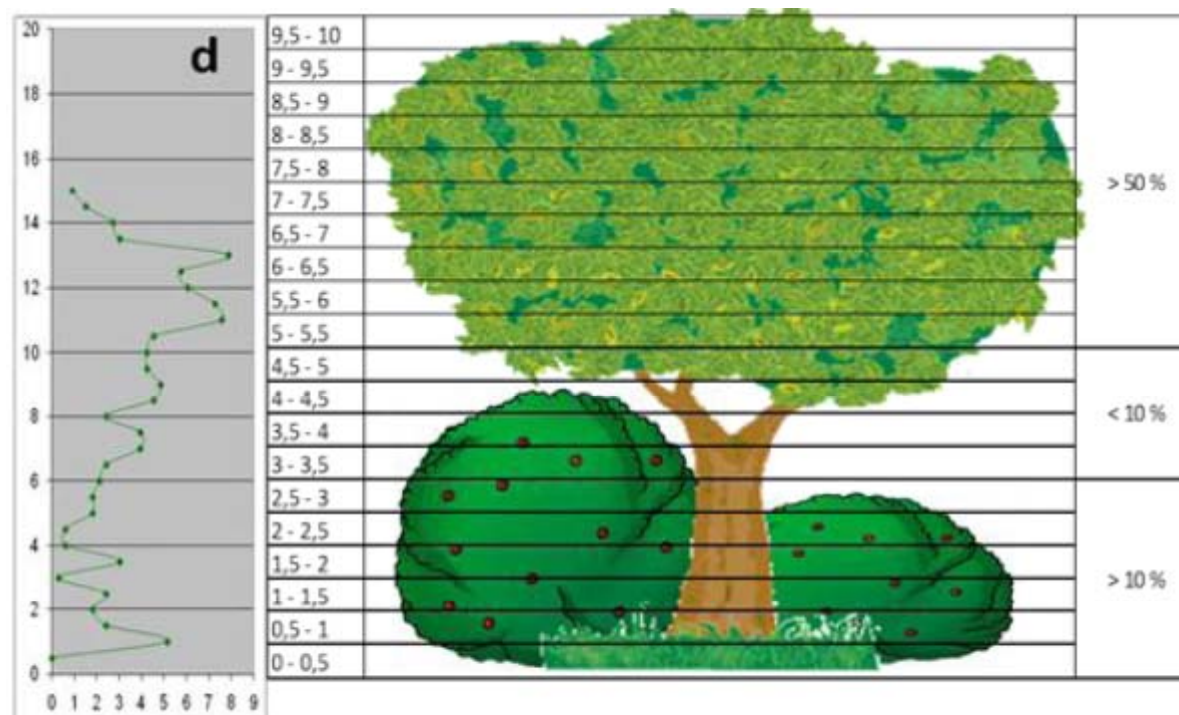


Amb aquests paràmetres es poden fer models per estimar biomassa, carboni fixat, volum de fusta, àrea basal, LAI, etc.

Estructura vertical de la vegetació

L'histograma permet (però és molt difícil):

- Trobar el sotabosc
- Veure si hi ha continuïtat entre sotabosc i arbres (risc d'incendi)



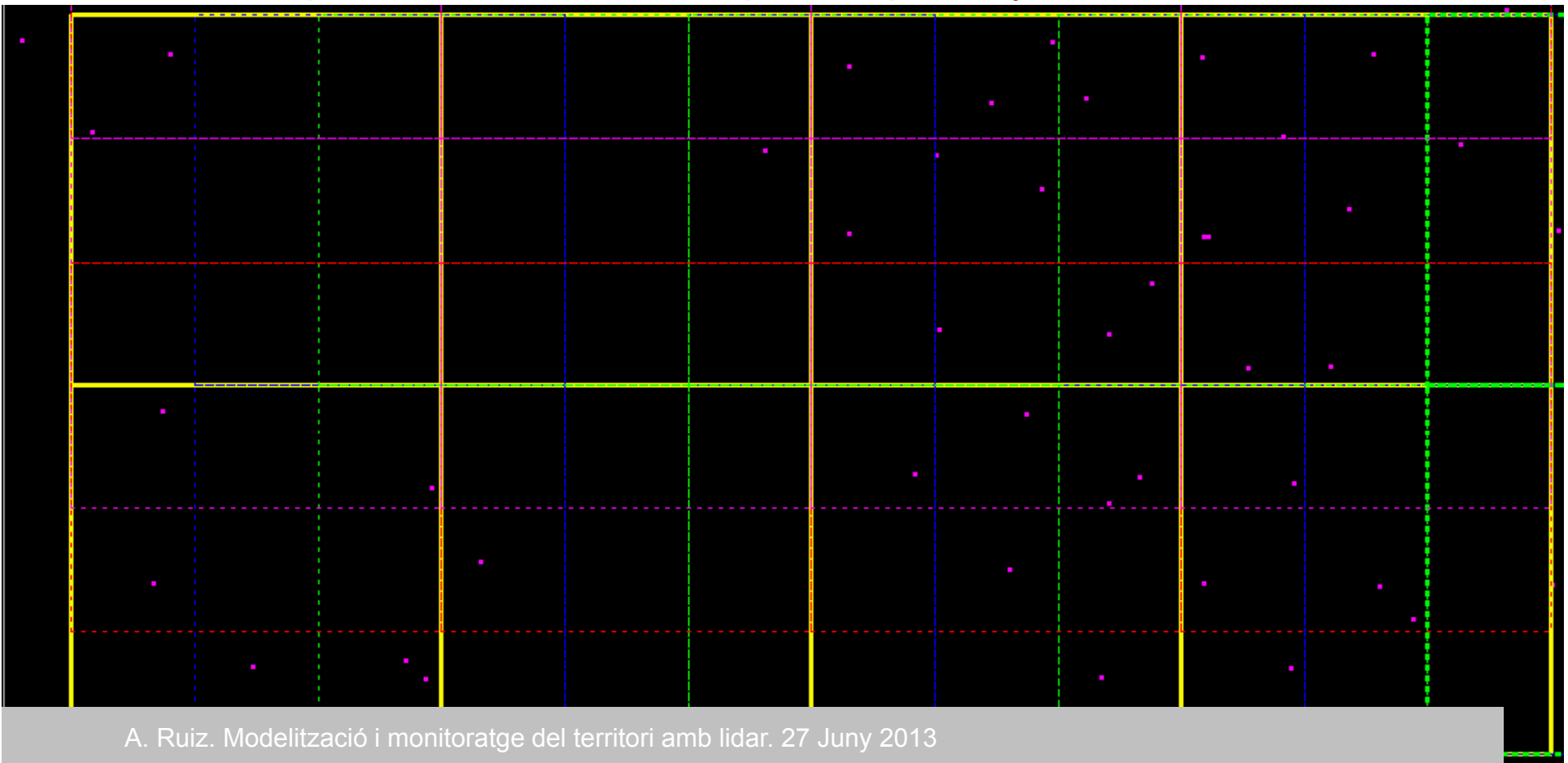
Manrique, 2012

Dificultats de la detecció dels matolls

- Les capes altes de vegetació amaguen els estrats més baixos
- Sovint són massa baixos per tenir ecos múltiples matoll & terra. Hi ha una distància mínima per a distingir ecos múltiples (3.5 m)
- La classificació automàtica els pot confondre amb el terreny
 - Si són baixos i no hi ha punts al terra
 - Si el terreny és inclinat

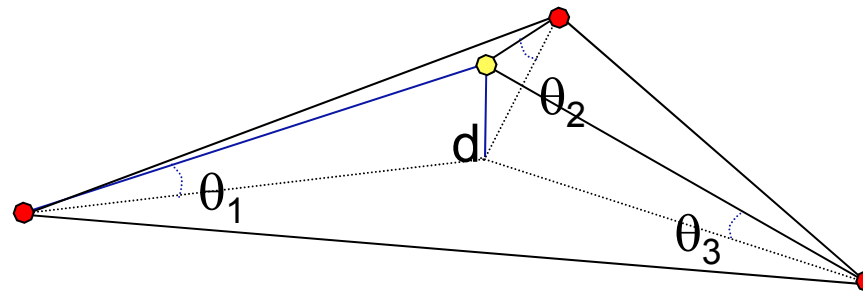
Mètode d'Axelsson

- Cap edifici cobreix un àrea de més de 60m * 60m
- El punt més baix a cada quadrat pertany al terra



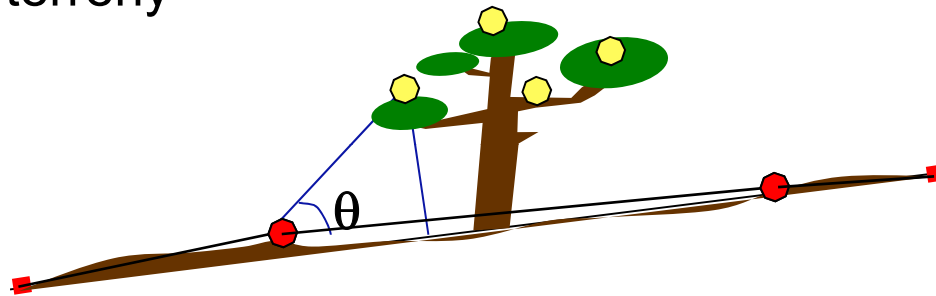
Mètode d'Axelsson

- Un nou punt s'insereix en un triangle sii:
 - Els angles $\theta_1, \theta_2, \theta_3 < \theta_m$ **iteration angle** ($\sim 4^\circ-6^\circ$)
 - La distància $d < d_m$ **iteration distance** ($\sim 1-1.4$ m)

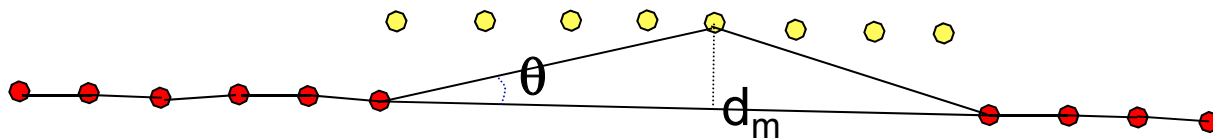


Mètode d'Axelsson

- El llindar θ sobre els angles evita prendre els punts de vegetació com a terreny



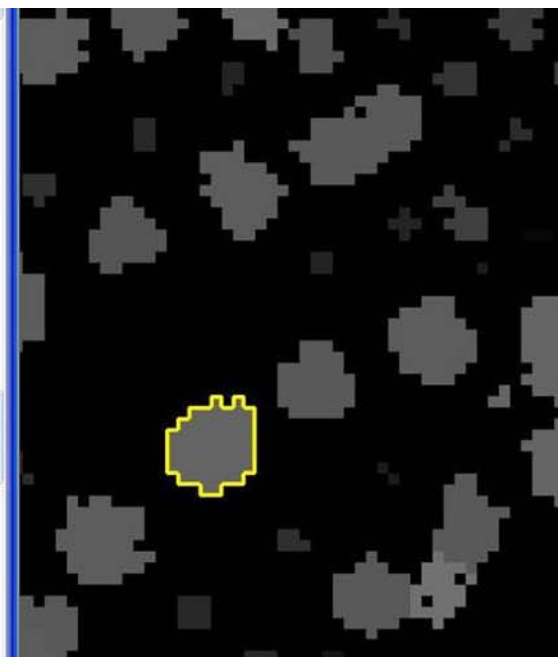
- El llindar d_m evita agafar com a terreny punts a les teulades d'edificis grans i baixos



Ortorrectificació precisa



Ortofoto
tradicional



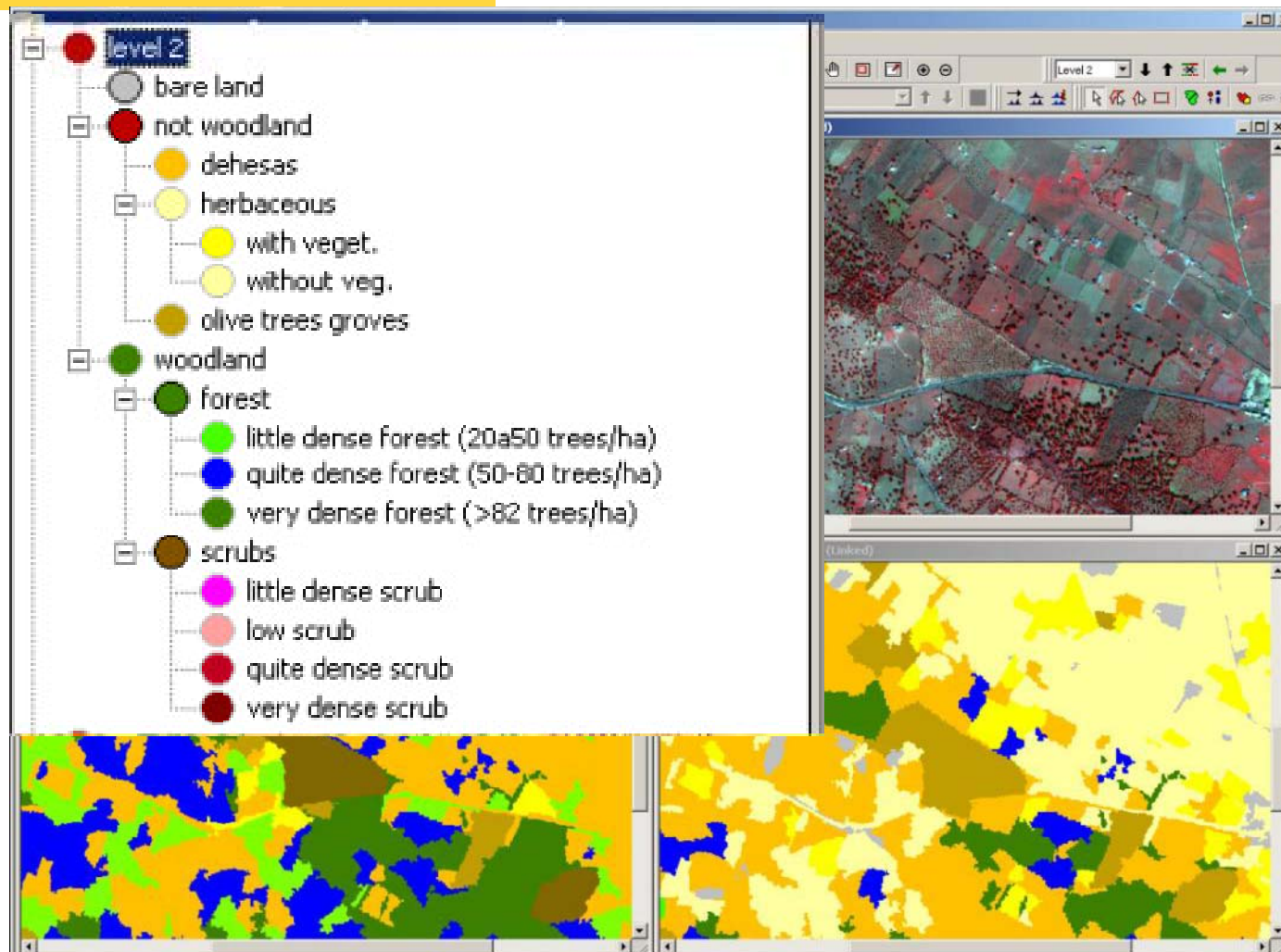
CIR

Segmentació dels
arbres



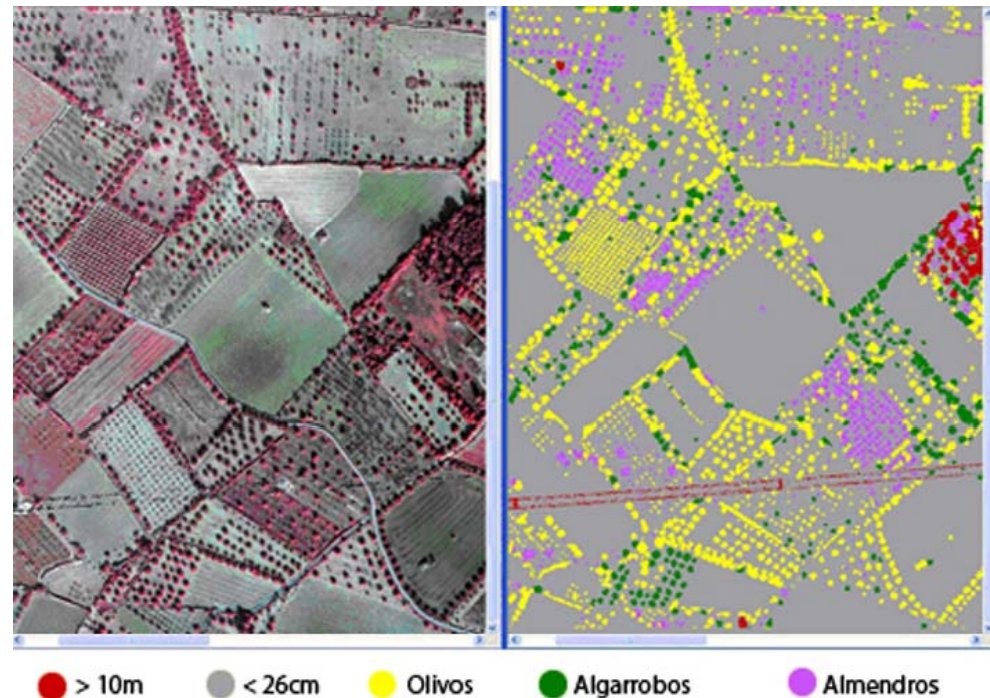
Rectificació amb
DSM

Classificació orientada a objectes



Controls agrícoles

- Prova pilot feta amb el DAR
- DMC multitemporal + lidar
- La segmentació lidar permet classificació d'arbres i no de píxels
- Classificació d'espècies
- Rectificació d'imatge amb models d'arbres



Matriu de confusió

	Olivera	Garrofer	Ametller	Suma
Olivera	93	10	0	103
Garrofer	8	33	0	41
Ametller	0	0	47	47
Suma	101	43	47	191

DMC 1m, 2 èpoques

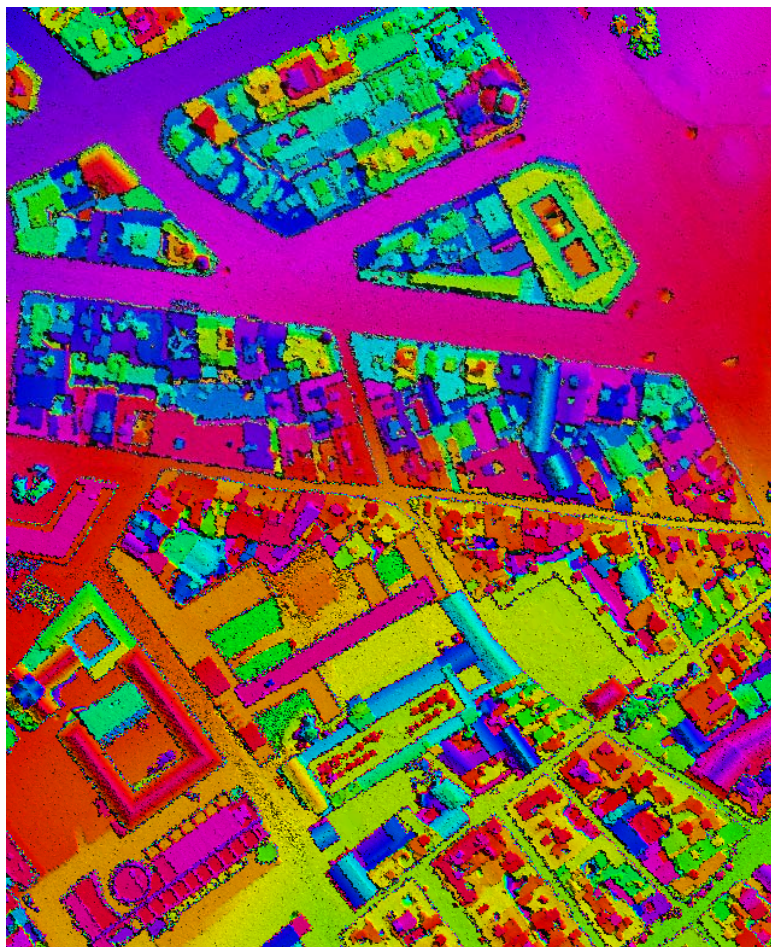
	Olivera	Garrofer	Ametller	Suma
Olivera	93	16	14	123
Garrofer	7	25	2	34
Ametller	1	2	31	34
Suma	101	43	47	191

15 variables lidar

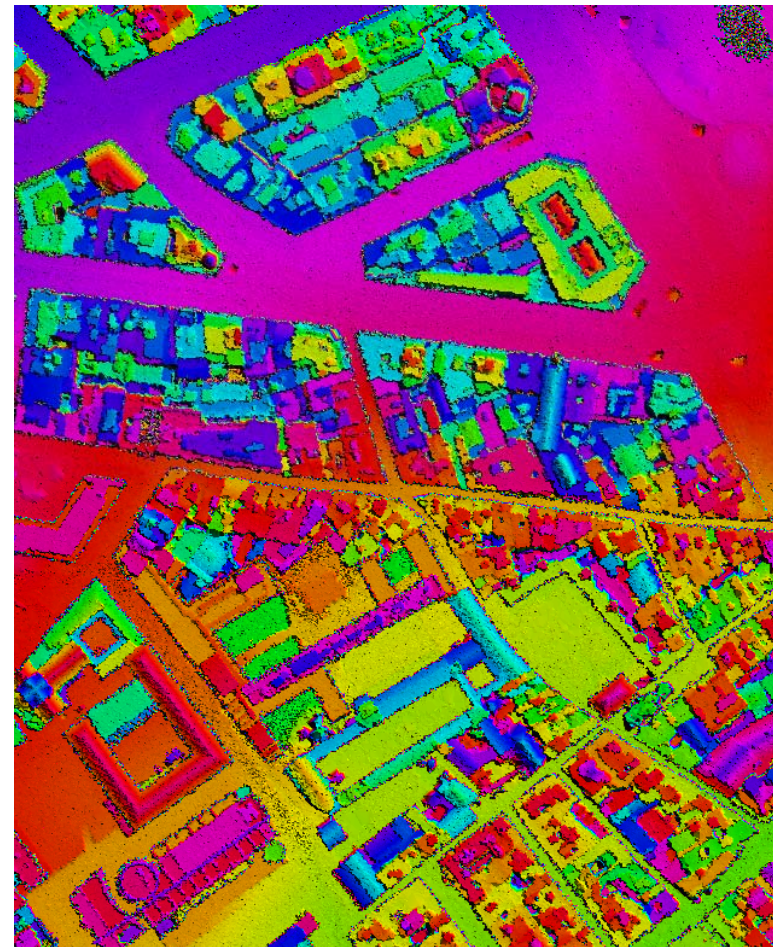
Detecció de construccions il·legals

Foto 20 cm

Lidar 2.5 punts/m²



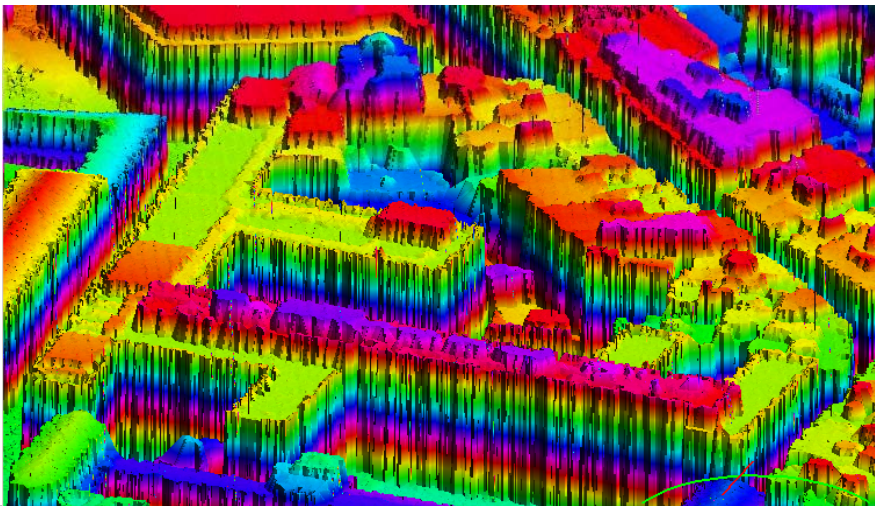
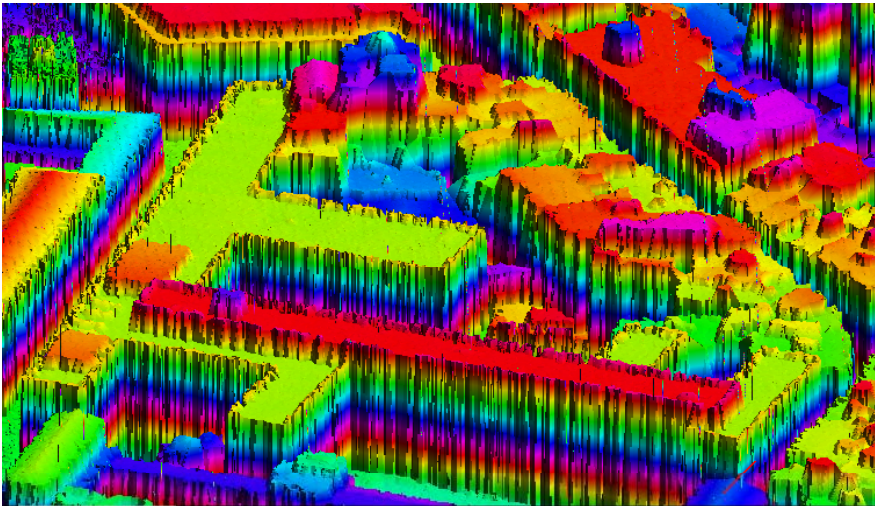
Oct 2005



Nov 2006

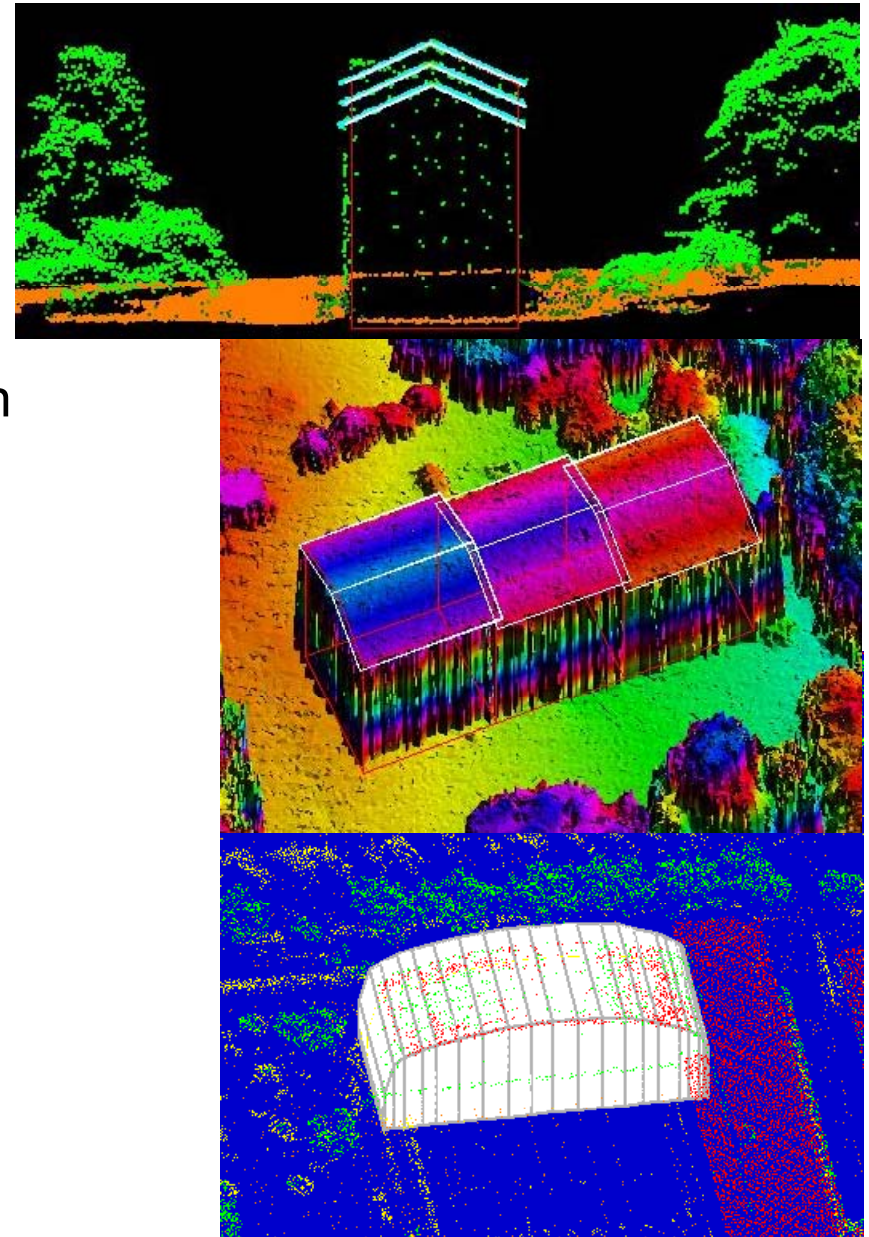
Detecció de construccions il·legals

- $Z > 2.2 \text{ m}$
- $S > 8 \text{ m}^2$



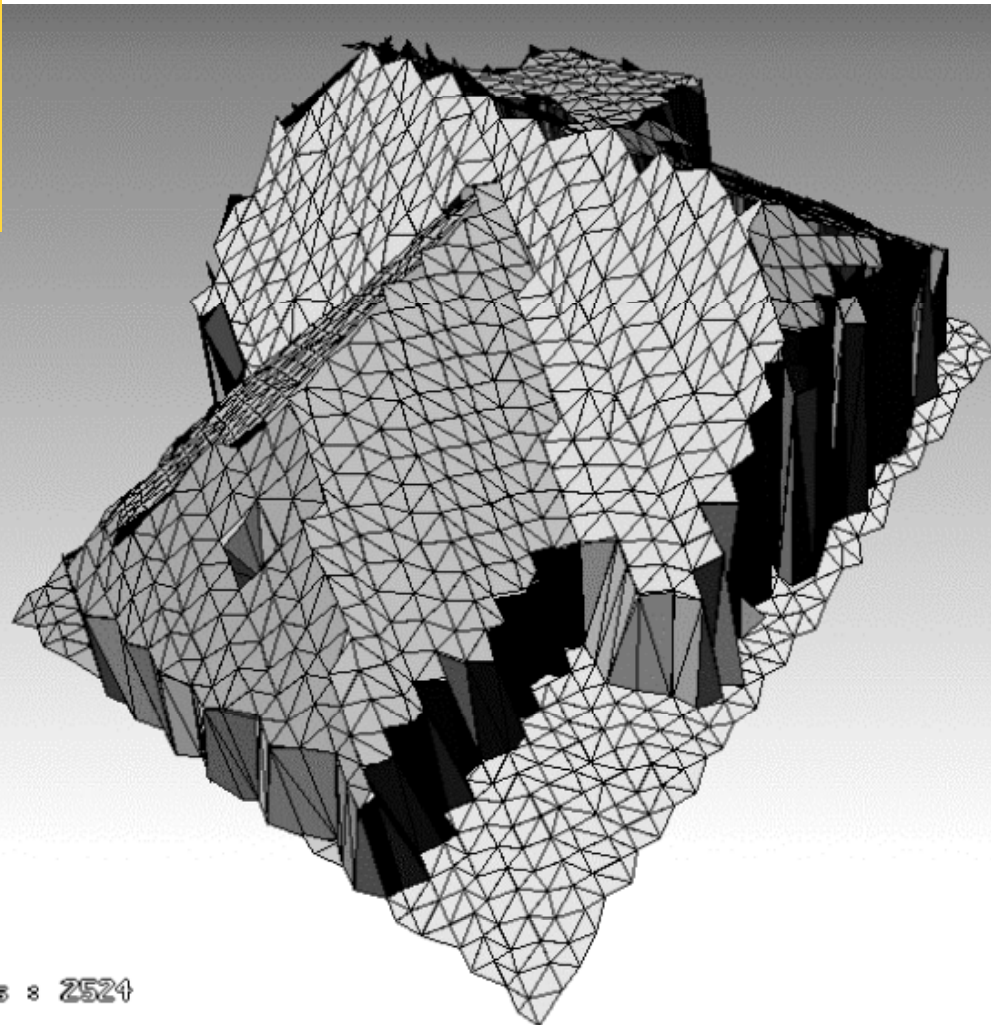
Representacions de frontera (BRep)

- En un model B-Rep la geometria i les relacions topològiques es representen explícitament:
 - Llista de nodes: p_i, x_i, y_i, z_i
 - Llista de cares: f_n, p_i, p_j, p_k, p_l
- TerraScan modelitza edificis com a:
 - Plans de teulada + parets verticals automàtiques
 - Corba generatriu + translació



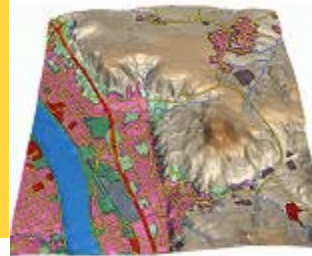
Models triangulats d'edificis

- Els punts es triangulen
- Segmentació que agrupa triangles amb pendent similar
- Cada segment és un pla de teulada
- S'ajusten arestes rectes als plans de teulada i se simplifiquen amb restriccions geomètriques: direccions principals, angles rectes, paral·lelisme, simetries...

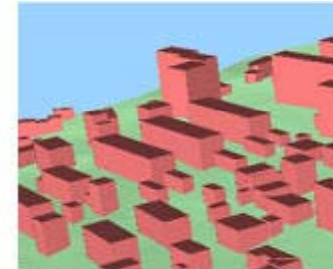


Gorte, 2002

Levels of Detail



LoD0



LoD1



LoD2

CityGML defines 5 levels of detail:

- LoD0 = DTM, maybe with draped orthophoto. No building model
- LoD1 = Buildings with horizontal roof and walls at 90° angles
- LoD2 = Slant roof planes. Metric scale
- LoD3 = Details in roofs and walls: windows, balconies, dormers, chimneys.... Centimeter accuracy
- LoD4 = Indoors details



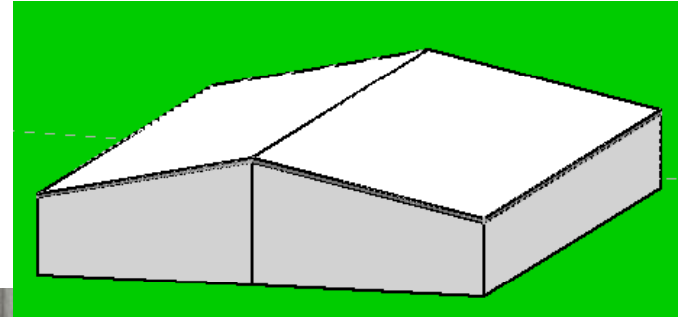
LoD3



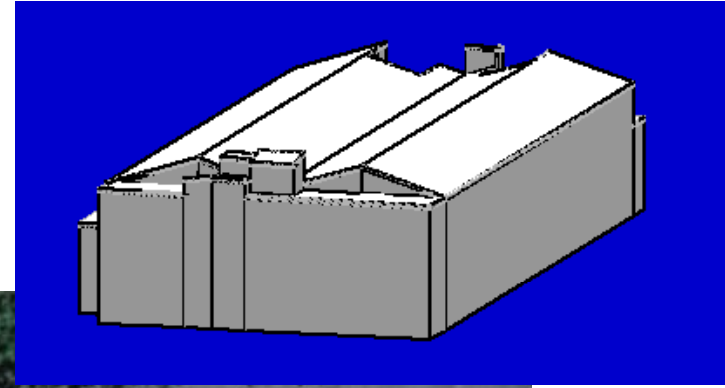
LoD4

Kolbe, Groeger & Pluemer 2005

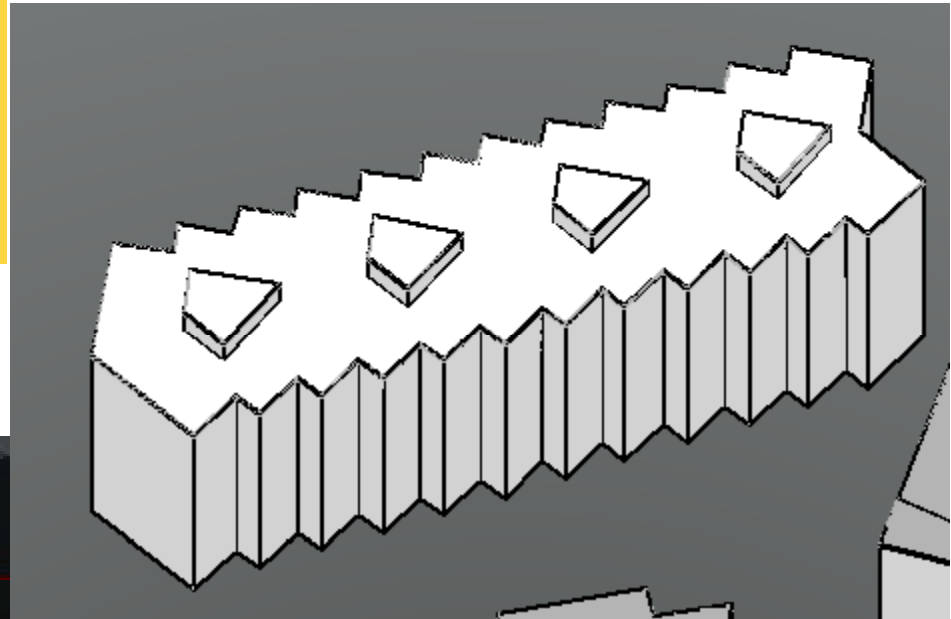
Model senzill



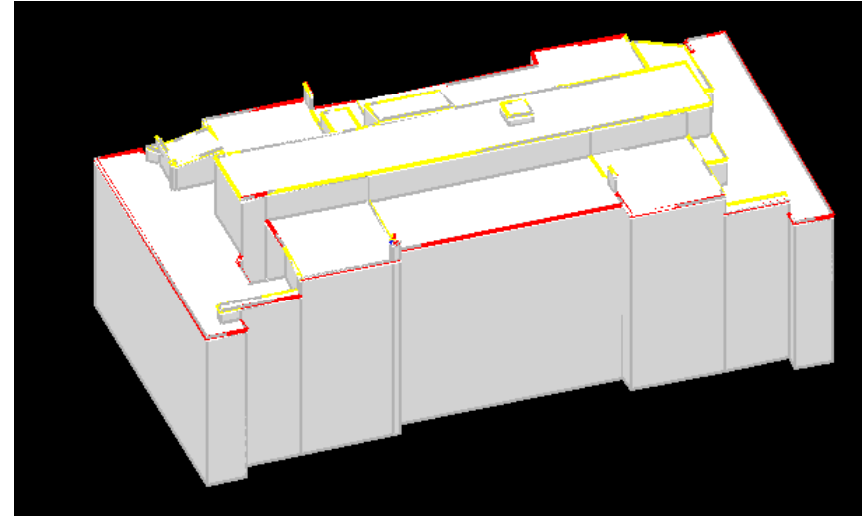
Model senzill



Més complicat



Complicat



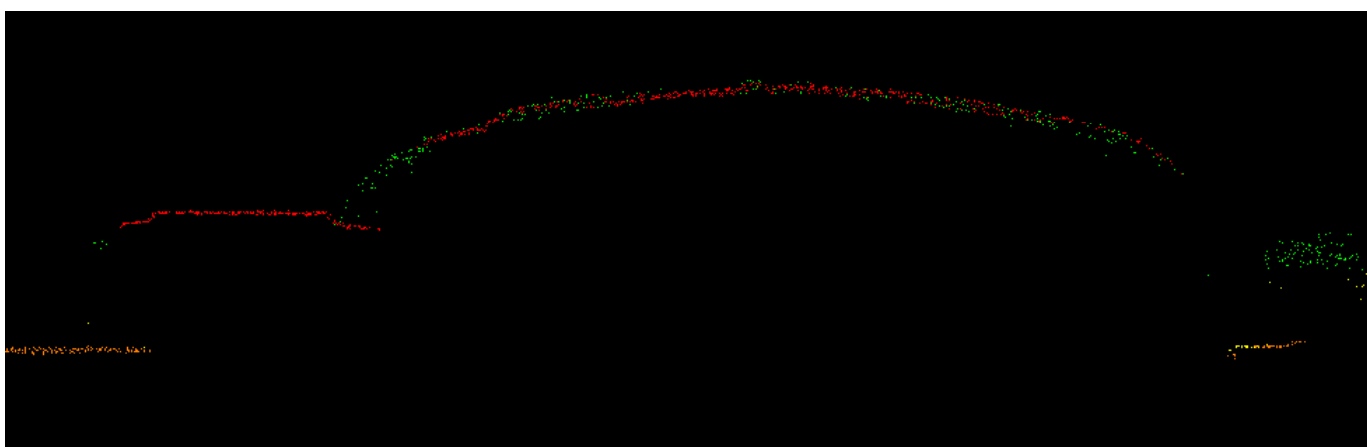
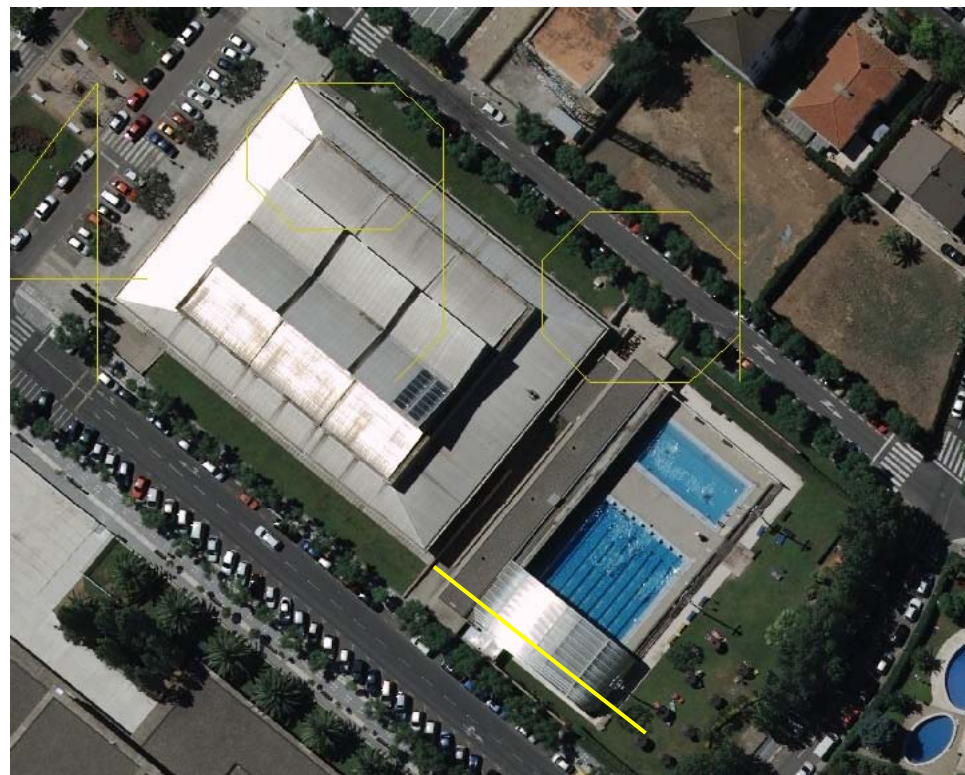
Gairebé impossibles



Generació de models per translació de corba generatriu



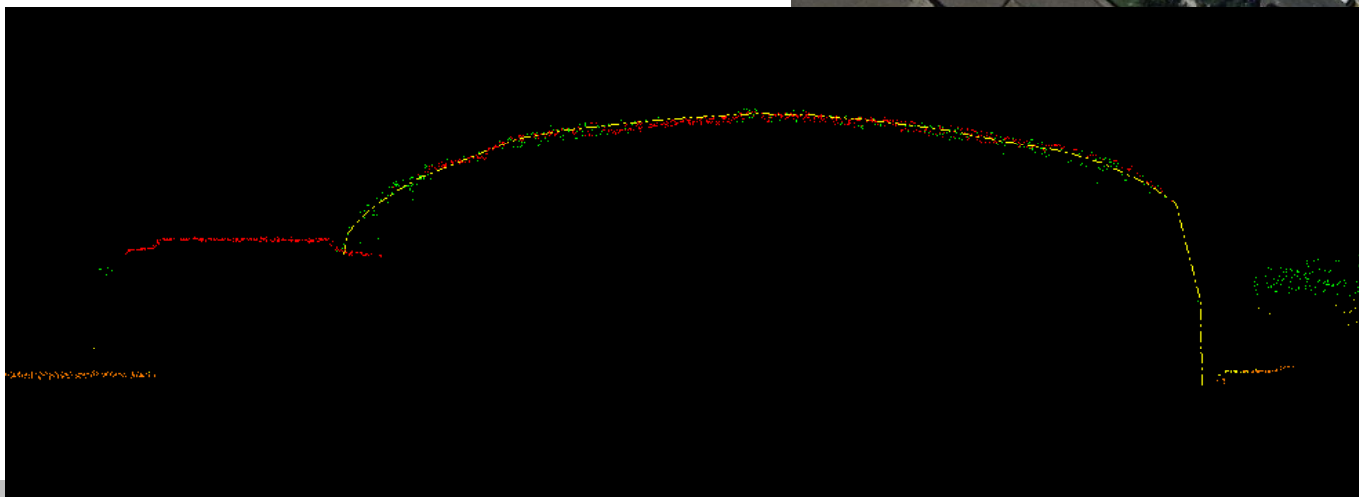
- Dibuixat de la corba en una secció transversal



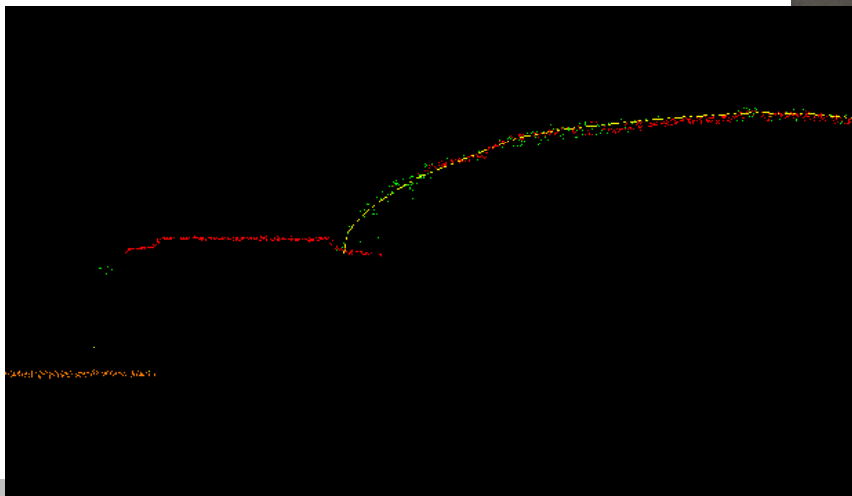
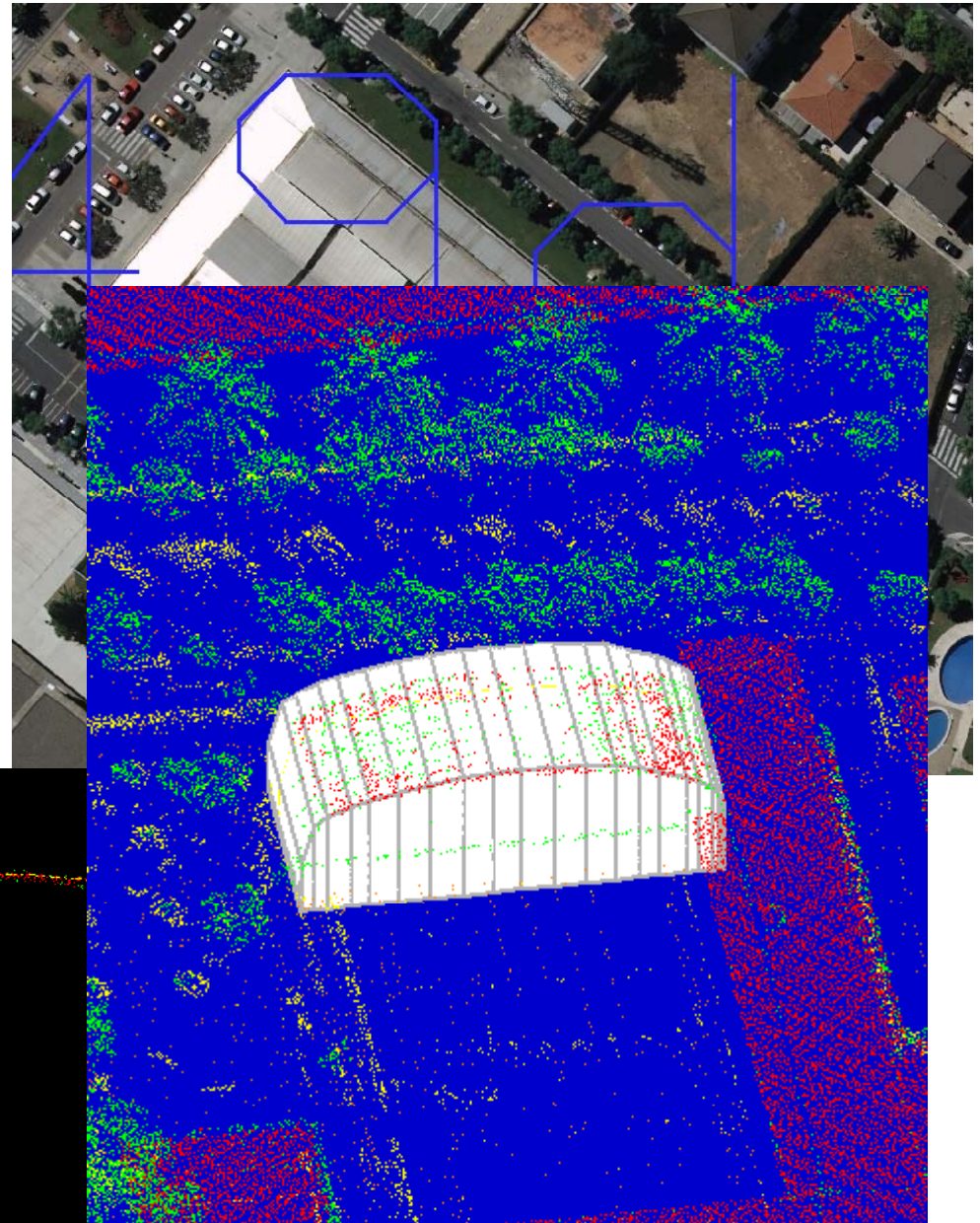
Generació de models per translació de corba generatriu



- Indicació dels límits de la translació



Generació de models per translació de corba generatriu

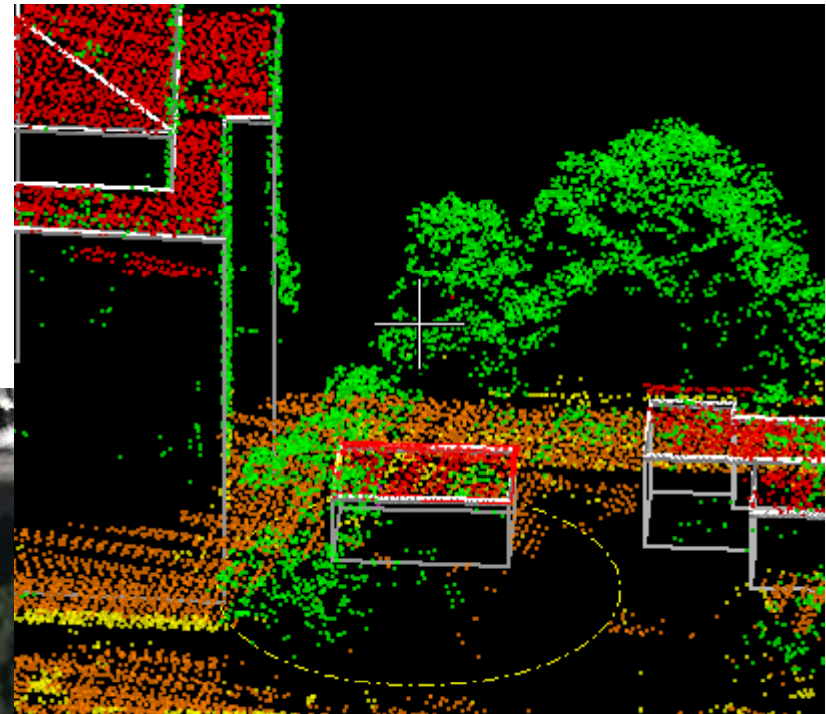


Què és millor, lidar o foto?

- El lidar és més precís en cotes i pendents
- La foto aèria té més resolució i és més precisa en X,Y
- El lidar no requereix estèreo → menys oclusions
- El lidar és un sensor actiu → no hi ha ombres
- Detectem molts edificis sota la vegetació
- La millor solució la obtenim amb una combinació de foto aèria + lidar

Balcons
Terrasses
Patis interiors
Porxos

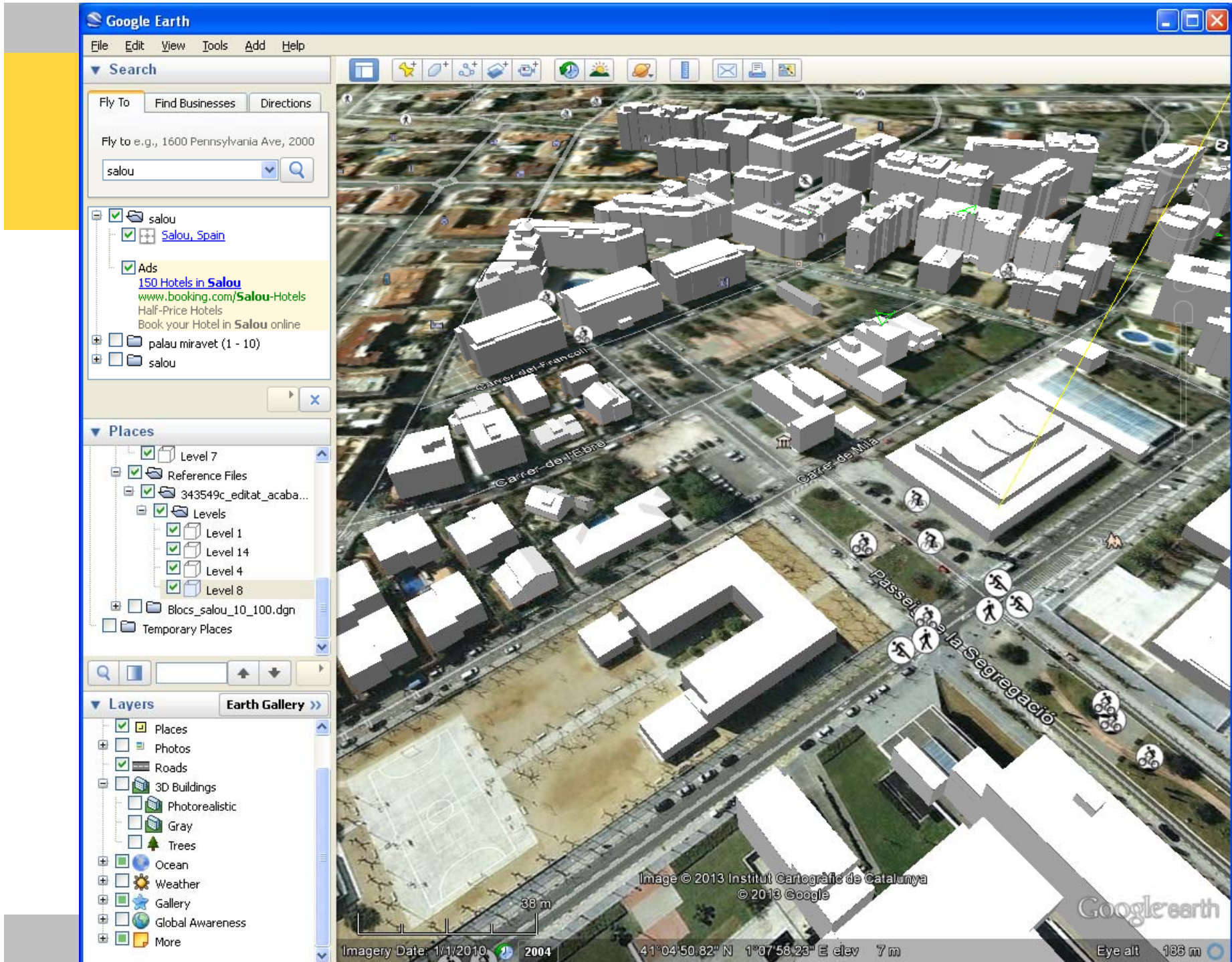
Edificis sota vegetació



Products: Building models and orthophoto

- True orthophoto
 - Aerial image rectified with DTM and 3D model of buildings
 - very sensitive to model inaccuracies
 - true ortho for roof texturing





Institut Cartogràfic de Catalunya

Parc de Montjuïc,
E-08038 Barcelona

41°22'12" N, 2°09'20" E (ETRS89)

Tel. (+34) 93 567 15 00

Fax (+34) 93 567 15 67

www.icc.cat

webmaster@icc.cat

twitter.com/icc_cat

facebook.com/icc.cat

